This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

Google

Over dit boek

Dit is een digitale kopie van een boek dat al generaties lang op bibliotheekplanken heeft gestaan, maar nu zorgvuldig is gescand door Google. Dat doen we omdat we alle boeken ter wereld online beschikbaar willen maken.

Dit boek is zo oud dat het auteursrecht erop is verlopen, zodat het boek nu deel uitmaakt van het publieke domein. Een boek dat tot het publieke domein behoort, is een boek dat nooit onder het auteursrecht is gevallen, of waarvan de wettelijke auteursrechttermijn is verlopen. Het kan per land verschillen of een boek tot het publieke domein behoort. Boeken in het publieke domein zijn een stem uit het verleden. Ze vormen een bron van geschiedenis, cultuur en kennis die anders moeilijk te verkrijgen zou zijn.

Aantekeningen, opmerkingen en andere kanttekeningen die in het origineel stonden, worden weergegeven in dit bestand, als herinnering aan de lange reis die het boek heeft gemaakt van uitgever naar bibliotheek, en uiteindelijk naar u.

Richtlijnen voor gebruik

Google werkt samen met bibliotheken om materiaal uit het publieke domein te digitaliseren, zodat het voor iedereen beschikbaar wordt. Boeken uit het publieke domein behoren toe aan het publiek; wij bewaren ze alleen. Dit is echter een kostbaar proces. Om deze dienst te kunnen blijven leveren, hebben we maatregelen genomen om misbruik door commerciële partijen te voorkomen, zoals het plaatsen van technische beperkingen op automatisch zoeken.

Verder vragen we u het volgende:

+ *Gebruik de bestanden alleen voor niet-commerciële doeleinden* We hebben Zoeken naar boeken met Google ontworpen voor gebruik door individuen. We vragen u deze bestanden alleen te gebruiken voor persoonlijke en niet-commerciële doeleinden.
+ *Voer geen geautomatiseerde zoekopdrachten uit* Stuur geen geautomatiseerde zoekopdrachten naar het systeem van Google. Als u onderzoek doet naar computervertalingen, optische tekenherkenning of andere wetenschapsgebieden waarbij u toegang nodig heeft tot grote hoeveelheden tekst, kunt u contact met ons opnemen. We raden u aan hiervoor materiaal uit het publieke domein te gebruiken, en kunnen u misschien hiermee van dienst zijn.
+ *Laat de eigendomsverklaring staan* Het "watermerk" van Google dat u onder aan elk bestand ziet, dient om mensen informatie over het project te geven, en ze te helpen extra materiaal te vinden met Zoeken naar boeken met Google. Verwijder dit watermerk niet.
+ *Houd u aan de wet* Wat u ook doet, houd er rekening mee dat u er zelf verantwoordelijk voor bent dat alles wat u doet legaal is. U kunt er niet van uitgaan dat wanneer een werk beschikbaar lijkt te zijn voor het publieke domein in de Verenigde Staten, het ook publiek domein is voor gebruikers in andere landen. Of er nog auteursrecht op een boek rust, verschilt per land. We kunnen u niet vertellen wat u in uw geval met een bepaald boek mag doen. Neem niet zomaar aan dat u een boek overal ter wereld op allerlei manieren kunt gebruiken, wanneer het eenmaal in Zoeken naar boeken met Google staat. De wettelijke aansprakelijkheid voor auteursrechten is behoorlijk streng.

Informatie over Zoeken naar boeken met Google

Het doel van Google is om alle informatie wereldwijd toegankelijk en bruikbaar te maken. Zoeken naar boeken met Google helpt lezers boeken uit allerlei landen te ontdekken, en helpt auteurs en uitgevers om een nieuw leespubliek te bereiken. U kunt de volledige tekst van dit boek doorzoeken op het web via `http://books.google.com`

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06910161 0

John Lincklaen

Cazenovia, N.Y.

NATUURKUNDIGE

L E S S E N,

DOOR

PROEFNEEMINGEN

BEVESTIGD,

Tot opheldering van allerley dagelyks voorkomende Zaaken;

DOOR DEN HEER ABT

N O L L E T,

Lid van de Koninklyke Akademie der Weetenschappen van Parys en van de Koninklyke Societeit van Londen.

Uit het Fransch vertaald.

DERDE DEEL.

EERSTE STUKJE.

Te AMSTERDAM,

By K. VAN TONGERLO:

M D C C L X.

M.S.T.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
105586

KORTE INHOUD VAN DIT STUKJE.

NEGENDE LES.

Over de Beweegkunde.

Inleiding. Algemeene Grondbeginzels der Beweegkunde. . . . Bladz. 1

Noodige kennis van Natuur- en Wiskunde in een Beweegkonstenaar. 2. *Lof en Nuttigheid der Beweegkunde.* . . . 4

Eenvoudige en Zamengestelde Werktuigen. 7. *Getal der Eenvoudige.* 8. *Vier Hoofdzaaken daar in aan te merken.* 10. *De Beweegkragt.* 10. *Derzelver Maat in Paarden en Menschen.* 11. *In Veeren en vallende Lighaamen.* 12. *De Weerstand.* 14. *Blyft zomtyds, niet altyd, Eenpaarig. Voorzorg daar tegen.* . . . 14

Het Steunpunt of Punt van Beweeging. 15. *Is zomtyds een Lyn.* 16. *En op zig zelve beweegbaar.* 16. *De Snelheden.* . . . 17

Middelpunt der Zwaarte van een Lighaam. 18. *Van verscheiden Lighaamen.* 20. *Deszelfs aart en Loopstreek.* . . . 22

EERSTE AFDEELING. *Denkbeeld van een* Hefboom. 25. *Deszelfs driederley Zoorten.* 26. *Snelheidsrekening van de Beweegkragt en Weerstand.* 29 *Drie algemeene Voorstellen van den aart en werking der Hefboomen.* . . . 31

I. PROEFNEEMING. *Algemeen Werktuig tot allerhande Proefneemingen met de drie Zoorten van Hefboomen, en derzelver byzondere gestalten.* 32. *Proeven met den Hefboom van de Eerste Zoort.* 35

II. PROEFNEEMING. *Proeven met die van de Tweede en Derde Zoort.* . . 36

De Inhoud met de Snelheid vermenigvuldigd, of hoeveelheid van Beweeging maakt in alle Hefboomen het Evenwigt. . . . 37. *Aantek.*

Besluit. *Berugt Voorstel van* Archimedes. . 40

Ge-

Gevolgen. *Menigvuldig Gebruik van den Hefboom.* 45. *De Koevoet.* 45. *De Riemen.* 48. *Snymessen, Ophaalbruggen en Wippen.* 51. *Nyptangen, Schaaren, en allerhande Zoorten van Tangen en Nypertjes.* 52. *De Leden, Vingers, Armen, Beenen der Dieren.* 54. *Verdere gemeenzaame voorbeelden van Hefboomen.* . . 55. *Aantek.*

Aart der Kragten, die met schuinze Beweegstreeken op den Hefboom werken. 56. *De Loodregt werkende Kragt is de sterkste.* 58. *Evenwydig werkende Kragten blyven in dezelfde evenredigheid.* 58. *Hoe schuinzer de Kragt is, hoe zwakker.* . 59

III. PROEFNEEMING. *Werktuig tot Proefneemingen met schuinswerkende Kragten.* . 60

Alle schuinze Kragt is zwakker dan de Loodregte. 62

IV. PROEFNEEMING. *Schuinsheid van Streeklyn verandert de evenredigheid der evenwydige Kragten niet.* . . . 64

V. PROEFNEEMING. *De Kragt wordt allenskens zwakker naar maate dat haar Streeklyn schuinzer op den Hefboom valt.* . . 66

Algemeene Regel der schuinze Beweegkragten. Zy staan tot malkander als de Hoekmaaten van de Hoeken, die ze met den Hefboom maaken. 70 *en Aantek.*

den ſtand van 't Zwaartepunt. 116. (*Oorzaak van 't ſlingeren der Weegſchaalen.* 117.) *En van de langte der Armen afhangt.* 118. *De Gelykheid der beide Armen van 't Juk. Tweede Eigenſchap.* 119. *Dezelfde ſtand en regte Streeklyn der Armen. Derde Hoedanigheid.* 121. *De Hangpunten en derzelver nadeelen.* 122. *Evenaar en Tegenwigt.* 124. *Voorzorg in 't gebruik der Weegſchaal.* 124. *Valſche Weegſchaal.* . . . 126. *Aantek.*

Unſter of Romeinſche Weegſchaal. 127. *Haar Voor- en Nadeel.* 128. *Gekoppelde Hefboomen &c.* 130 *Aant.*

Beſchryving van de Katrol. 131. *De Sleuf.* 132. *Nagel en Blok of Beugel.* . . 132

X. PROEFNEEMING. *Gelyke Gewigten blyven, met allerhande Streeklynen, en 't zy het Touw één vierde, de helft, of drie vierde van de Schyf beſla, altyd in Evenwigt.* . . 135

De Katrol als een regte Hefboom van de Eerſte Zoort, en als een kromme, aangemerkt. . . 137

XI. PROEFNEEMING. *Hoe verder de Beweegkragt van 't Steunpunt of de As der Schyf af is, hoe grooter kragt: even als in de Hefboomen.* . 138

XII.

XII. PROEFNEEMING. *Dragt en wederwerking van den Nagel eener Schyf.* 140. *Met evenwydige Kragten draagt hy de gansche Som der beide Kragten, neffens 't Gewigt van zyn eigen Katrol: en is zyn Streeklyn aan haar Streeklyn evenwydig.* 142. *In schuins toeloopende draagt hy minder, en rigt zig naar haar punt van zamenloop.* . 143

Gevolgen. *Gebruik der Katrol en voordeel boven den Hefboom.* 143. *Slangswyze Katrol* 145. *Snik van een Uurwerk.* 146. *Voorzorgen in 't gebruik der Katrol.* . . . 147

De Beweegbaare Katrol als een Hefboom van de Tweede Zoort aangemerkt. . . 148

XIII. PROEFNEEMING. *Met de Beweegbaare Katrol.* 149. *By evenwydige Streeklynen draagt de Beweegkragt slegts de helft van den Weerstand: maar by schuinze wordt ze zwakker* 151. *Het Steunpunt werkt naar 't Zamenlooppunt der twee Kragten.* . . . 155

Gevolgen. *Vaste en Beweegbaare Katrollen aan een gekoppeld.* 155. *De Takel.* 158. *Voorzorgen in 't gebruik der Takels.* 160. *Nader Opheldering en voorbeelden van de Werking der Katrol.* 159 *Aant.*

Gevolgen. *Voorbeelden van Wiggen. Byl, Beitel, Messen.* 216. *Spykers, Spelden, Naalden, Priemen.* 218. *Messen zyn Wiggen en Zaagen teffens.* 218. *'t Slaan met de Vlakke Hand op een Scheermes.* . . . 220

Beschryving van de Schroef. 220. *Haar Overeenkomst met het Hellend Vlak.* 221. *Algemeene Regel van Evenwigt. De Kragt staat tot den Weêrstand, als de Pas of wydte, tot den Omtrek, dien de Kragt maakt.* 222. *Verscheiden Vorm, scherp of verkant, van derzelver Draaden.* . . 225

De Schroef van Archimedes. *Haar Werking en Gebruik.* . . . 227

De Schroef zonder end. 229. *Haar groote dog traagwerkende Kragt.* . . . 2 9

Nut der Wryving in de Wigge en Schroef. . 231

DERDE AFDEELING. *Van de Touwen.*

Denkbeeld van Touwen. 233. *Derzelver Gebruiken en Nadeelen.* 234. *Zwaarte van 't Touw en derzelver Berekening.* 236. *Bogt van 't Touw.* 238. *Schuinsheid van Streeklyn, daar door veroorzaakt.* 238. *Verandering van Streeklyn door de minder of meerder langte van 't Touw.* 239. *Styfheid of Onbuigbaarheid der Touwen.* . . . 240

I.

DEELS, EERSTE STUKJE.

I. PROEFNEEMING. 4 *Oncen houden 6 Oncen op 't Hellend Vlak tegen.* 186. *Algemeene Regel van Evenwigt. De Beweegkragt staat tot den Weêrstand, als de hoogte van 't Vlak tot de langte* 192. *Nader ophelldering en voorbeelden.* 193 *Aant.*

De Streeklyn aan 't Vlak evenwydig is de voordeeligste. 194

Gevolgen. *Een Lighaam, wiens Zwaartepunt niet ondersteund wordt, daalt.* 197. *Dubbelde Kegel, die tegen een Hellend Vlak op schynt te rollen.* 198. *Geen Lighaam, wiens Zwaartepunt wel ondersteund is, valt.* 200. *De Koordedansser.* 201. *Kinderen die eerst leeren gaan.* 202. *Houding van Zwaarlyvigen en Pakdraagers.* 202. *Op één Been staan, Hinken, Bukken.* 203

Beschryving van de Wigge. 204. *Derzelver Gebruik.* 205. *Denkbeeld van haar Werking, Verplaatzing van twee Lighaamsdeelen.* 207. *'t Van een Splyten dier Deelen.* 208

II. PROEFNEEMING. *Werktuig tot de Proefneemingen met de Wigge.* 211

Haar Kragt is grooter naar maate dat ze scherper is. 214. *Algemeene Regel van Evenwigt. De Kragt staat tot den Weerstand als de breedte der Wigge tot de Hoogte.* . . . 215

Ge-

Gevolgen. *Voorbeelden van Wiggen. Byl, Beitel, Messen.* 216. *Spykers, Spelden, Naalden, Priemen.* 218. *Messen zyn Wiggen en Zaagen teffens.* 218. *'t Slaan met de Vlakke Hand op een Scheermes.* . . . 220

Beschryving van de Schroef. 220. *Haar Overeenkomst met het Hellend Vlak.* 221. *Algemeene Regel van Evenwigt. De Kragt staat tot den Weêrstand, als de Pas of wydte, tot den Omtrek, dien de Kragt maakt.* 222. *Verscheiden Vorm, scherp of verkant, van derzelver Draaden.* . . 225

De Schroef van Archimedes. *Haar Werking en Gebruik.* . . . 227

De Schroef zonder end. 229. *Haar groote dog traagwerkende Kragt.* 2 9

Nut der Wryving in de Wigge en Schroef. . 231

DERDE AFDEELING. *Van de Touwen.*

Denkbeeld van Touwen. 233. *Derzelver Gebruiken en Nadeelen.* 234. *Zwaarte van 't Touw en derzelver Berekening.* 236. *Bogt van 't Touw.* 238. *Schuinsheid van Streeklyn, daar door veroorzaakt.* 238. *Verandering van Streeklyn door de minder of meerder langte van 't Touw.* 239. *Styfheid of Onbuigbaarheid der Touwen.* . . . 240

I.

DEELS, EERSTE STUKJE.

I. PROEFNEEMING. *De ſtyfheid der Touwen neemt toe in dezelfde evenredigheid, als de Gewigten of Kragten toeneemen, die ze geſpannen houden.* 241

II. PROEFNEEMING. *De ſtyfheid der Touwen neemt toe, naar maate dat de Middellynen der Touwen toeneemen, en is min of meer, naar dat ze dikker zyn of dunner.* . . . 245

III. PROEFNEEMING. *De Touwen laaten zig bezwaarlyker buigen om kleine Rollen of Katrolſchyven dan om groote; dog niet naar evenredigheid juiſt van deezer Middellynen.* . . . 248

Gevolgen. *Noodzaakelykheid om op de ſtyfheid der Touwen te letten in de Werktuigen.* 250. *Groote Schyven zyn beter dan kleine.* 251. *Nadeel door de ſtyfheid der Touwen in de Takels.* 258. *Voorbeelden op den Draaibank.* 254. *De Touwen moeten nooit te zwaar naar 't Werk zyn.* . 255

De ſterkte en Kragt der Touwen. 258. *Denkbeeld van hun zamenſtel en wyze hoe ze gemaakt worden.* 259. *Onderſcheid van loſſe en ineengedraaide Touwen.* 260. *Het Ineendraaien ſchynt de Touwen ſterker te moeten maaken.* . . . 262

de Beweegkunde heeft ook plaats in Zamengestelde Werktuigen. 292. *De voorige Regel van Berekening nader opgehelderd*. . . . 295

II. BYVOEGZEL.

Het Zwaartepunt in de Lighaamen.

Denkbeeld van 't Zwaartepunt. 299. *Eigenschappen. Het daalt zoo laag het kan*. 300. *Die 't steunt, steunt het gansche Lighaam*. 300. *En in den stand, daar men 't in plaatst*. 301. *'t Zwaartepunt in Beweeging*. . . . 302

Plaats van 't Zwaartepunt in Lynen en Figuuren. 302. *In vaste Regelmaatige Lighaamen*. 303. *Gemeen Zwaartepunt van twee Lighaamen*. 305. *Van drie en meer Lighaamen*. 307. *Wyzen om 't Zwaartepunt te vinden in Onregelmaatige Lighaamen*. 308. *Verschillende Zwaarte der Deelen rondsom 't zelve*. . . . 310

Denkbeeld van het vast en los staan der Lighaamen. 311. *Gemeenzaame Voorbeelden van den aart en Werking van 't Zwaartepunt in Lighaamen, die regt staan op een Vlakken Grond*. 314. *In Hellende of schuinsstaande Lighaamen*. 316. *In Lighaamen op Hel-*

Gevolgen. *Het Krimpen van Linnen en Wollen Stoffen, Laken, Kouſſen, Handſchoenen.* 276. *Voorval van 't natten der Touwen by 't oprigten van een Obelisk te Romen.* 277. *Krimpen en rekken van Darmſnaaren.* . . . 279

De Vogtmeeter (Hygrometre) *of Weerwyzer.* 280. *Een Vogtmeeter door 't rekken en krimpen van een Touw.* 281. *Beſchryving van een Vogtmeeter door 't ineen en losdraaien van een Touw of Snaar.* 281. *Maakzel van een Weerhuisje.* . . 282

Weinig nut en dienſt van dergelyke Werktuigen. 283. *Hun Gebreken; en wat men 'er eigentlyk uit moeſt leeren kunnen.* . . . 283

I. BYVOEGZEL

Berekening der Kragten van Zamengeſtelde Werktuigen.

Denkbeeld van Zamengeſtelde Werktuigen. 285. *Algemeene Regel van Berekening.* 286. *Voorbeeld in een Spil met een Takel.* 287. *In een Bok.* 288. *De Kragt van 't ganſche Werktuig is als de met elkaar vermenigvuldigde Kragten van elk byzonder Deel.* 290. *De gewoone algemeene Regel van Evenwigt in de*

de Beweegkunde heeft ook plaats in Zamengestelde Werktuigen. 292. *De voorige Regel van Berekening nader opgehelderd.* . . . 295

II. BYVOEGZEL.

Het Zwaartepunt in de Lighaamen.

Denkbeeld van 't Zwaartepunt. 299. *Eigenschappen. Het daalt zoo laag het kan.* 300. *Die 't steunt, steunt het gansche Lighaam.* 300. *En in den stand, daar men 't in plaatst.* 301. *'t Zwaartepunt in Beweeging.* . . . 302

Plaats van 't Zwaartepunt in Lynen en Figuuren. 302. *In vaste Regelmaatige Lighaamen.* 303. *Gemeen Zwaartepunt van twee Lighaamen.* 305. *Van drie en meer Lighaamen.* 307. *Wyzen om 't Zwaartepunt te vinden in Onregelmaatige Lighaamen.* 308. *Verschillende Zwaarte der Deelen rondsom 't zelve.* . . . 310

Denkbeeld van het vast en los staan der Lighaamen. 311. *Gemeenzaame Voorbeelden van den aart en Werking van 't Zwaartepunt in Lighaamen, die regt staan op een Vlakken Grond.* 314. *In Hellende of schuinsstaande Lighaamen.* 316. *In Lighaamen op Hel-*

Hellende Vlakken en schuinzen Grond. 317. *In Lighaamen, die bewoogen worden.* 320. *In zamengestelde Lighaamen.* 323

Plaats van 't Zwaartepunt in Menschen. 326. *In Beelden.* 327. *Steunvlak van dat Zwaartepunt.* 327. *Staan, Gaan, Loopen.* 328. *Op één Been staan, Hinken.* 329. *Vallen, Buigen, Zitten, opstaan en andere Lighaamsbeweegingen.* 330. *Schaatsryden.* 333. *Verscheiden Lighaamsgestaltens in 't draagen van Lasten.* 333

Lighaamsbeweegingen van Viervoetige Dieren. 334. *Oorzaak, waarom de Katten neervallen op hun Pooten.* . . . 335

VERKLAARING

DER

PLAATEN.

NEGENDE LES.

Plaat 1.

Figuur 1, *Afbeelding, hoe men de gansche Zwaarte van verscheiden Lighaamen als in een Punt vereenigd begrypt.*

A en B twee Klooten, die met Koorden aan een Touw geknoopt hangen. De Knoop C is het Punt der vereenigde Zwaartekragt dier beide Lighaamen. Zy werkt volgens de Loopstreek C C D (Loodregt nederwaarts, gelyk ze altyd doet) en verdeelt de Lyn AB in twee gelyke Deelen, indien de Lighaamen A en B even zwaar zyn.

Maar zo 't een ligter is dan 't ander, gelyk *a* ligter verondersteld wordt dan *b*; valt de Loodregte Streeklyn der Zwaartekragt nader by *b*, en deelt dus de Lyn *ab* in twee ongelyke Deelen: en wel zoo dat het gedeelte D*b* van de Lyn zoo veel korter is dan 't gedeelte D*a*, als *b* zwaarder is dan *a*. Dog de Knoop C blyft altyd het Punt der vereenigde Zwaartekragt en de Loodregte Lyn CD derzelver Loopstreek, op welker yder stip zy werken kan met de gansche Kragt der twee Lighaamen.

Fig.

Fig. 2. De Kromme en Zwaare Hefboom tot een regte Lyn zonder Zwaarte overgebragt.

EFG, een Kromme Hefboom. wier Kragt en Werking van den zelven aart is als de regte Lyn *eg*.

De Zwaarte van den Arm EF begrypt men als in 't Gewigt E, en die van den Arm FG als in 't Gewigt G mede vereenigd.

Fig. 3. Een Hefboom van de Eerste Zoort. Het Steunpunt C staat tusschen de Beweegkragt A en den Weerstand B. Het Steunpunt C in *c* geplaatst, doet den Hefboom wel van byzondere gestalte maar niet van Zoort veranderen.

Fig. 4. Hefboom van de Tweede Zoort. De Weêrstand B staat tusschen de Beweegkragt A en 't Steunpunt C.

Fig. 5. Hefboom van de Derde Zoort. De Beweegkragt A tusschen den Weerstand B en 't Steunpunt C geplaatst.

Fig. 6. De afgeloopen Wegen en daar door de Snelheden der Beweeg- en Weerstandskragten berekend.

A*a* de Boog dien A, B*b* de Boog dien B afloopt: beiden in één en denzelfden tyd. De Boogen staan tot malkander als derzelver halve Middellynen; dat is A*a* staat tot B*b* als AC tot BC. De Wegen en bygevolg de Snelheden van Beweegkragt en Weerstand zyn als derzelver Afstanden van het Steunpunt.

 Fig.

Fig. 7. Algemeen Werktuig tot allerhande Proefneemingen met de drie Zoorten van Hefboomen en derzelver byzondere geſtaltens.

HI, een open Sleuf in 't midden van 't Vlak, dat Loodregt op zyn Voetſteun ſtaat.

K, een Beugel, die met een geſchroefde Staart door de Sleuf ſteekt, en door middel van een binnenſchroef van agter, waar men wil, vaſt gezet wordt.

LM, een Metaalen Bosje, dat in den Beugel op twee Spilletjes draait, en waar in men den Hefboom NO ſteekt, en denzelver zoo ver als men wil doorſteekende vaſt maakt.

P, een Tegenwigtje, aan den Hefboom gereegen, waar door men hem altyd in Evenwigt met zig zelven kan doen blyven en werken als een Wiskonſtenaars Lyn zonder eigen Zwaarte.

Q, Katrolſchyfje, waar over een Koord loopt met een Gewigt aan de eene en een Haak of Ring aan de andere zyde om den Hefboom te vatten: en 't welk men met zyn Vorkswyze Beugel op den Rand van 't Vlak, daar men wil, vaſt zet.

Aan de beide enden van den Hefboom NO zyn oogen, daar men Gewigtjes aanhangt, die weder onder aan Ringetjes hebben, om 'er weer andere aan te hangen.

Fig.

Fig. 8. Proefneemingen met den Hefboom van de Eerſte Zoort.

a, *b*, *c*, het Steunpunt op verſcheiden ſtippen van den Hefboom tuſſen de Beweegkragt *p* en den Weerſtand *r* geplaatſt. Als het Steunpunt in *a* is moeten de twee Gewigten P en R, om Evenwigt te maaken, gelyk zyn: in *b* moet R eens zoo groot, in *c* driemaal zoo groot als P zyn.

Fig. 9. Proefneemingen met de Hefboomen van de Tweede en Derde Zoort.

1, 2, verſcheiden ſtippen, waarop men den Weêrſtand P tuſſchen het Steunpunt en de Beweegkragt R ſtelt. Indien men P voor de Beweegkragt en R voor den Weerſtand neemt, is 't een Hefboom van de Derde Zoort. P op 1 geplaatſt moet, om Evenwigt te maaken, driemaal zoo zwaar zyn als R, en op 2 de helft Zwaarder.

Plaat 2.

Fig. 10 en 11. De Koevoet. In *Fig.* 10 is A het Steunpunt en de Koevoet een Hefboom van de Eerſte Zoort. In *Fig.* 11 is C de Weêrſtand, en wordt de Koevoet als een Hefboom van de Tweede Zoort gebruikt.

Fig. 12. De Loodregt werkende Kragt is altyd de sterkste.

B, 't Gewigt dat met A Evenwigt maakt: zoo lang het Loodregt, als A, op den Hefboom werkt volgens de Streeklyn *b* B. Maar 't wordt ligter dan A, zoo dra het schuins, volgens *b* D of *b* E, op den Hefboom werkt.

Fig. 13. Evenwydig werkende Kragten blyven elkander gelyk.

P, Gewigt dat met R in Evenwigt hangt; terwyl ze beide Loodregt op den Hefboom werken.

ab, Hefboom, waar op dezelfde beide Gewigten schuins, met de Streeklynen *ap* en *br*, staan. Zy blyven egter als voorheen in Evenwigt, zo slegts *ap* en *br* evenwydig blyven.

Fig. 14. Hoe schuinzer Kragt, hoe zwakker.

P staat met Q in Evenwigt zoo lang het Loodregt op den Hefboom volgens *p*P werkt; maar 't wordt allenskens ligter en zwakker van Kragt, naar maate dat het verder van die Loodlyn afwykt, en volgens *pc*, *pd*, *pe*, of *pf* begint te werken.

Fig. 15. Werktuig tot Proefneemingen van Kragten, die met schuinze Beweegstreeken op den Hefboom werken. 't Verbeeldt een glad en effen Vlak, dat Loodregt op een Voetstuk staat.

F,

F, een Beugel, waar in de Hefboom GH op twee Spilletjes draait.

IK, Beweegbaare Regelmaat, die in een Sleuf voor en agterwaarts schuift.

K, Katrolschyfje aan de Regelmaat vast, waar over de Koord HK, met een Gewigtje onder aan, heen loopt. Door 't verschuiven van de Regelmaat kan men de Streeklyn van de Kragt of het Gewigt by K zulk een schuinsheid, geeven als men wil.

b i, schuins gestelde Hefboom, waar op bygevolg de Streeklynen *k b* en *i l* der Kragten schuins vallen.

H l, *G k*, gedeeltens van de Armen des Hefbooms of van de Afstanden van 't Steunpunt F, die ze door die schuinsheid verliezen: dog dewyl die stukken wederzyds even groot zyn, en de Streeklynen, als altyd gelykvormige Hoeken *l* F en K *b* F maakende, evenwydig blyven, blyft ook, in weêrwil der schuinsheid het voorig Evenwigt.

Fig. 16. De Loodregte Kragt is altyd de sterkste.

Het Gewigt, volgens de Loodregte Streeklyn *a* C werkende, maakt met E Evenwigt, geeft men 't voor middel van 't Katrolletje, P, D, een schuinze Streeklyn *a* P of *a* D, het wordt te zwak en verliest zyn Evenwigt. Volgens een Streeklyn als *a d* werkt het niets op 't Gewigt E.

 Fig.

Fig. 17. Hoe ſchuinzer Kragt hoe zwakker.

P, Gewigt dat volgens de Loodregte Streeklyn *a*P met R Evenwigt maakt.

ad, *af* ſchuinze Streeklynen, volgens welke de Kragt van P allenskens verzwakt.

n, *m*, Stippen, waar op die Streeklynen, zo de Hefboom op zyn Steunpunt *c* draaide, en het Cirkelſtuk *agbik* beſchreef, Loodregt vallen zouden.

b, *e*, Stippen derhalven van den Hefboom, waar op ze Loodregt werken zouden; en haar volle Kragt doen. *cn* Hoekmaat van den hoek *can*; *cm* van den hoek *cam*: even lang als *cb*, en *ce*; of de Afſtanden dier Loodregte Streeklynen van 't Steunpunt *c*. De ſchuinze Kragt *ad* ſtaat derhalven tot *af* als *cb* tot *ce*, of *cn* tot *cm*, dat is als de Hoekmaaten van de hoeken, die ze met den Hefboom maaken.

Fig. 18. 19. Vormen van Zwaaien of Zwengels, als die van Slypſteenen en Spinnewielen, of van een Lier en Draaiorgel.

AB, Afſtand tuſſchen het oog A en den Greep B; waare langte van den Krommen Hefboomsarm tot een Regten gebragt.

Plaat

Plaat 3.

Fig. 20. Denkbeeld van den Zwaarder en Ligter gang eens Zwengels in zommige plaatzen van zyn omwenteling.

HC, Zwengel die op zyn Middelpunt C draait en den Kring H*benilm* befchryft.

DH, Regthoekige regelmaat of Greep, waar mee men den Zwengel van zig afftoot of naar zig toetrekt.

mb dezelfde Greep, maar nu reeds een fcherpen hoek met den Zwengel maakende; en bygevolg fchuinzer en derhalven met minder Kragt denzelven van zig ftootende: in *e* is die hoek nog fcherper en de werking nog fchuinzer: in *ik* tregt ze wederom regthoekig naar zig; en heeft men de volle Kragt.

Maar een Menfch, aan een Zwengel draaiende, brengt 'er door zyn byzondere Lighaamsbeweeging verandering in.

bf, *eg*, Streeklynen, volgens welke hy, in 't van zig ftooten, den Zwengel met een gedeelte van zyn Lighaamszwaarte nederwaarts drukt, gelyk hy hem op dezelfde wys in *lm* optilt.

bcn, *lm* plaatzen derhalven der omwenteling in welke een Menfch de meefte Kragt doet.

C, C, Katrolschyven met haar Koorden, waar aan de Gewigtjes D, D, en de Staalen Staaf EE in Evenwigt hangen.

GF, Yzeren Roede, die men op de Staaf door de ongelyke Kragten 2 en 6 Evenwigt doet maaken.

4, 4, Gewigten, die den dus belaaden Roede of Hefboom ophouden.

Fig. 26. Verbeeldt dezelfde Proefneeming zonder den Toestel van 't Werktuig.

Als de Streeklynen der twee Kragten, gelyk hier, evenwydig zyn, draagt het Steunpunt slegts de Som van die Kragten en niets meer, *d* en *d*, of 4 en 4: dat is 8, weegt 2 en 6, ook 8, op. De wederwerking van het Steunpunt *e e* geschiedt volgens *e*K, evenwydig aan de Streeklynen der Kragten *g* 2, *f* 6.

Fig. 27. Als de Streeklynen schuins loopen *c e*, *c e*, draagt het Steunpunt slegts een gedeelte van de Som der twee Kragten L en M. De Hefboom *g f* die 2 en 6, of 8, zwaar is, blyft met L, 8 en M, 4; of 12 in Evenwigt. HI, de Streeklyn van 't Steunpunt H, (evenwydig aan *e*O, en *e*N; die *e*, *e*, al vallende beschryven zouden;) naar I, het zamenlooppunt der schuinze Kragten.

Fig.

Fig. 28. De Gemeene Weegſchaal. AB het Juk, door de As by E in twee gelyke Deelen of Armen verdeeld. C, D, de Schaalen. EF, de Beugel of het Huisje, daar de As op ruſt en zig beweegt. *a b* dezelfde Weegſchaal in een hellenden ſtand. *a e b d*, Streeklynen der Schaalen of Beweegkragten, die 'er nu ſchuins, dog evenwydig, aan hangen; gelyk ze te vooren, toen het Juk AB Waterpas ſtondt, Loodregt, als AC, BD, deeden.

Plaat 4.

Fig. 29. Oorzaak van 't Slingeren der Weegſchaal. ABC Juk, dat in C zyn Beweegpunt heeft. Het Zwaartepunt is 'er weinig beneden op de Lyn CD. Als het Juk een ſchuinzen ſtand als *a b* aanneemt, raakt het Zwaartepunt in *d*; valt natuurlyker wys weer laager, en door zyn Val verſneld, de Loodlyn CD voorby, klimt tot *f*; valt weer te rug.

Fig. 30. Gevolgen van 't Krombuigen der Armen van 't Juk eener Weegſchaal.

AB, Juk, C deszelfs Beweegpunt, *a*C*b* kromte die het aanneemt, *a*C, *b*C Streeklynen, die het in dien ſtand heeft; dog die egter even ſchuins beide op de Streeklynen der Gewigten *af*, *bg* blyven vallen: zo ze beide even zeer en eveneens buigen, *a*C*b* Driehoek die het Juk in zulken geval maakt, gelyk

aan

aan ACB van Figuur 29. en van dezelfde gevolgen met het Zwaartepunt: ze heeft dus ook minder beweegbaarheid: de Armen *a*C en *b*C staan in dezelfde Streeklyn niet; en zo een van beide meer buigt dan de andere, gaat het Evenwigt verlooren.

Fig. 31. Verandering door middel der Gaten aan de enden van Juk.

A, B, Gaten, daar men de Ringen of Haaken in steekt, waar aan de Schaalen hangen.

a, *b*, Waare Hangpunten der Ringen en Haaken, *a c*, *b c*. Kromme Streeklyn van 't Juk, daar door veroorzaakt.

D E, Hellende stand van 't Juk. *d*, *e*, Hangpunten der Ringen in dien stand, uit hun voorige plaats, als in *a* en *b* vergleeden. *d c*, Arm van 't Juk daar door langer geworden, dan *e c*.

Fig. 32. *m n* Juk der Weegschaal, *k l*, de Evenaar, in een schuinzen stand weegt deeze min of meer op den Arm, daar zy naar toe overhelt. *b i* Tegenwigt, onder tegen 't Juk aan vast, 't welk dit gebrek weer eenigzins vergoedt.

Fig. 33. Unster of Romeinsche Weegschaal.

C, Steun of Beweegpunt, CH, lange Arm, daar men 't Gewigt P aanhangt. CR korte Arm; voor

't geen gewoogen moet worden. De Graaden op CH wyzen aan hoe veel maal het Gewigt P verder van 't Steunpunt C af staat, dan de Last R.

Fig. 34. De Katrol.

C, De As of de Nagel daar de Schyf op draait. CD, De Beugel, of het Blok. R, F, Kragten die 'er evenwydig aan elkander op werken. G, E, Kragten, die met de voorgaande schuins loopen. In 't eerste geval is de Katrol een Regte Hefboom van de Eerste Zoort, in de laatste een kromme.

Fig. 35. Vertoont de Sleuf of Groef op de Omtrek der Schyf; hier Hoekswyze uitgehoold, op dat 'er het Touw in beknepen worde, en met de Schyf draaie.

Fig. 36. Werktuig tot zommige Proefneemingen met de Katrol.

Van de twee regtopstaande Pylaartjes, die op een Tafel staan, draagt het een een doorgeslaagen open Katrolschyf: AFB*f*; het ander een Winkelhaaks Hefboom, met gelyke Armen, DE: en op zyn nagel, die hem aan de Pylaar hegt, beweegbaar.

PAFBR, Koord die om de Schyf loopt en derzelver helft AFB beslaat: P en R gelyke Gewigten, die Loodregt, en evenwydig hangende, in Evenwigt blyven: AB, de Middellyn der Schyf, is een regte Hefboom; de Nagel C, het Steunpunt.

PAFE,

PAFE, dezelfde Koord, die nu een Vierde AF van de Schyf beslaat. Het Gewigt R aan D gehangen, blyft, schoon nu Waterpas en niet meer evenwydig aan P werkende, egter met hetzelve in Evenwigt: FCA is een kromme Hefboom.

*ef*AFBR, dezelfde Koord, die nu drie vierde, *f*AFB van de Schyf beslaat; door het omdraaien van den Winkelhaak, zoo dat D staat in *d*, E in *e*, en 't Gewigt P afgenomen en in *p* gehangen wordt. Het Gewigt *p*, op de Winkelhaak *de* werkende, blyft nu ook met R in Evenwigt. De Kromme Hefboom in de Schyf is nu *f*CB,

Gelyke Gewigten blyven derhalven met allerhande Streeklynen, en 't zy de Koord; een vierde; de helft, of drie vierde van de Schyf besla, in Evenwigt.

Fig. 37. *a* 3, *b* 2, *d* 1; Schyven van verscheiden Middellynen, die de een dikker dan de ander, en daar door trapswyze uitsteekende, maar eene vaste Schyf met elkander uitmaaken. Haar Middellynen staan als 3, 2, 1. in grootte tot malkander.

I, H, twee gelyke Gewigten, yder van 6 Oncen, die aan de kleinste Schyf *d* 1 in Evenwigt hangen.

In K maakt een Gewigt van 3 Oncen, aan de Koord *b* 2 K gehangen ('t Gewigt H weggenomen zynde) met I Evenwigt: want C 2 staat tot *d*C als 2 tot 1.

In

In L maakt een Gewigt van 3 Oncen, aan *a* 3 L hangende, met I Evenwigt: want C 3 ſtaat tot *d* C als 3 tot 1.

Hoe verder derhalven van 't Beweegpunt hoe grooter Kragt, gelyk in den Hefboom.

Fig. 38. Dragt en wederwerking van de As of den Nagel van een Katrol.

GH, Katrolſchyf, wier As in twee Ringen loopt, die door de Gewigten B en D, wier Koorden, aan die Ringen vaſt, over Katrolletjes loopen, worden opgehouden.

E, F, twee Gewigten, die, evenwydig werkende, de Schyf doen zakken. De As of Nagel draagt de ganſche Som van E en F, en 't eigen Gewigt der Schyf te zamen genomen; zy wederwerkt evenwydig aan de evenwydige Kragten GE, HF.

GE, AC; Kragten, die ſchuins op malkaar werkende, de Schyf minder dan te vooren doen zakken. Zy draagt derhalven minder dan die Som: en haar wederwerking geſchiedt volgens de Lyn KI, naar 't punt I, den zamenloop der ſchuinze Kragten GE, AC.

Plaat 5.

Figuur 39. De Snik van een Uurwerk.

*** *Fig.*

Fig. 40. De Beweegbaare Katrol als een Hefboom van de Tweede Zoort aangemerkt.

ab, *de* evenwydige Kragten. *b* Steunpunt van de Middellyn der Schyf *eb* als een Hefboom aangemerkt. R Weerſtand, die op het Middelpunt C werkt. *de* Beweegkragt, die op het ander end *e* van den Hefboom werkt. CI Streeklyn van den Weerſtand R.

P*l*, *gm*, ſchuinze Kragten; die op den Hefboom *lm* werken, *m* Steunpunt: *l* end van den Hefboom daar P*l* op werkt: *gmk* Streeklyn van 't Steunpunt, naar het Zamenlooppunt der Streeklynen van den Weerſtand C*k* en de Beweegkragt P*lk*.

Fig. 41. Werktuig ter Proefneeming van de Eigenſchappen van de Beweegbaare Katrol.

A, B, twee Spilletjes in de doorgeſlaagen Sponningen op de twee Armen van de Schraag G verſchuifbaar.

AH, Koord, die, aan A vaſt, om de Schyf loopt, en aan een Arm van de Weegſchaal, aan B hangende, in H wordt vaſt gemaakt. De Weegſchaal hangt, door middel van 't Gewigtje by H, met zig zelve in Evenwigt.

D, Gewigt, dat aan de Schyf hangt, en hier den Weerſtand verbeeldt. Het Gewigt op de Schaal gelegd, wyſt, door 't maaken van Evenwigt, aan wat de Beweegkragt H draagt. Als de Koorden,

ge-

gelyk hier, evenwydig zyn, draagt H ſlegts de helft van 't Gewigt D. Als zy door 't verder van één ſchuiven der Spilletjes A en B ſchuins loopen; wordt H zwakker, en 'er moet meer Gewigt op de Schaal, om 't Evenwigt te houden.

Fig. 42. 43. Aaneengekoppelde Katrollen, of *Takels.*

L, 2, 4. Vaſte Katrollen, enkel dienende om de Streeklynen van Beweeging te veranderen; en werkende als Hefboomen van de Eerſte Zoort.

1, 3, Beweegbaare Katrollen, Hefboomen van de Tweede Zoort. O Het Steunpunt, N plaats daar de Beweegkragt werkt, in dergelyk een Katrol; F end van 't Touw, dat, in plaats van aan eenig vaſt punt, aan het vaſt Blok zelf wordt vaſtgemaakt.

l, *m*, en de geſtippelde Lynen van *Figuur* 43, Verbeelden een andere ſchikking der Schyven, evenwydig aan elkander geplaatſt: die men *Rygen* noemt.

Fig. 44. Getand Rad 't welk, op zyn Middelpunt C beweegbaar, werkt als een Hefboom van de Eerſte Zoort, A B; wiens Steunpunt is C.

O, kleinder Rad, aan 't groote gevoegd en op dezelfde As draaiende.

a Kragt, die eens, zoo digt by C zynde als A, ook eens zoo zwak is.

VERKLAARING

Plaat 6.

Fig. 45. Geſtel van Raderwerk, om de voornaamſte Uitwerkzels van het *Draaiend Rad*, een Rad dat wel om zyn As draait, maar altyd op dezelfde plaats blyft, aan te wyzen.

H, groot Loodregt draaiend Rad. D Rondzel aan dezelfde As of Spil. E groot Waterpas Rad, met viermaal meer Tanden, dan het Rondzel. F, G, Zwengels daar de Raden mee omgedraait kunnen worden.

Het brengt de Beweeging tot op een verren afſtand, van H tot D, tot E &c. Het verandert derzelver Streeklyn, en maakt de Loodregte draajing van H Waterpas in E. 't Verſnelt deBeweeging; want terwyl men met den Zwengel F het Rad E eens omdraait, draaien D en H viermaal.

Fig. 46. Rollend Rad: Hefboom van de Tweede Zoort.

CM, Halve Middellyn van 't Rad, met welke het Gewigt van 't Rytuig, onder op de Aaf van 't Rad in C ſteunende, Loodregt op den grond ſtaat.

PC, Streeklyn, die het by de As Loodregt voorwaarts trekt.

CQ, CN, Halve Middellynen van 't Rad, die door de oneffenheden van den Weg, daar ze altyd Loodregt tegen ſtaan, de Treklyn PC ſchuins maaken.

SC,

SC, RC, ſchuinze treklynen op LM door den laager of hooger ſtand van 't Paard.

Fig. 47. Kleine Wielen zakken dieper in den weg dan groote. *c* 't kleine Wiel dieper tuſſchen de Hoogtens ingezonken dan het groote Wiel C.

q, plaats daar de Weerſtand geſchiedt, *pcq* ſcherper Trekhoek, dan PC*q*.

Fig. 48. De Windas. De As, Spil of Boom, AB legt hier Waterpas.

Fig. 49. De Spil of Kaapſtander: anders Braadſpit. De Boom AB ſtaat hier Loodregt.

Fig. 50. Eigenſchappen van de Windas: een Hefboom van de Eerſte Zoort.

b Middelpunt van de Spil of draaienden Boom van de Windas: het Beweeg- en Steunpunt.

*k*P, *gp*, Handſpaaken of Hefboomen, Kruislings in den boom geſtooken.

bg, Halve Middellyn van den boom; Arm van den Hefboom, daar de Weerſtand, het Gewigt G, aanhangt.

P*b*, andere halve Middellyn (gelyk *bp*) door de Handſpaak verlengd; Arm daar de Beweegkragt P op werkt.

De Kragt derhalven ſtaat tot den Weerſtand als *b g* tot *b* P.

Fig. 51. De Kraan.

TT, De Kruisſpaaken veranderd in groote Raden; met pennen voorzien, daar veelen te gelyk, en gemakkelyk, aan draaien kunnen.

Plaat 7.

Figuur 1. Werktuig tot Proefneemingen met het Hellend Vlak.

AD, Plankje, 15 Duim lang en 3 of 4 Duim breed; met een Scharnier in C aan de leggende Plank vaſt. Het Plankje draait op die Scharnier op en nederwaarts, en dient voor Hellend Vlak.

EF, Cirkelſtuk, om het Plankje AD ſchuins te zetten, en 't zoo veel graaden Hellings te geeven, als men wil.

D, Rolrond ſtuk Houts, dat, op zyn As in een Beugel zeer beweegbaar, langs het Hellend Vlak op en neêr kan rollen.

e, *e*, Katrolletjes, die men met de Koperen Plaat, daar ze aan vaſt zyn, waar men wil op het Cirkelſtuk plaatzen kan.

D*ed*, Koorden, aan 't Rolrond Hout D vast, en aan 't ander end met Gewigtjes voorzien, om het Hout langs het Vlak op te trekken.

D*e*, Streeklynen der Koorden of Gewigten, met het Vlak evenwydig.

DF, DE, Schuinze Streeklynen, die boven 't Vlak ryzen, of 'er onder daalen.

Fig. 2. Een kleinder Kragt houdt door 't Hellend Vlak een grooter op; en de evenwydige Streeklyn is de voordeeligste. *abc* Hellend Vlak, *dfg*, Lighaam, *k* deszelfs Middelpunt, daar men zig al de Zwaarte geplaatst verbeeldt, *kp* Streeklyn van de Beweegkragt die het Lighaam ophoudt, *kb* Streeklyn volgens welke de Zwaartekragt werkt, *kd*, Lyn volgens welke het Lighaam op 't Vlak rust, *de* Hoekmaat van den Hoek *dke*, door de schuinze Streeklyn *kb* van de Zwaartekragt gemaakt, *p* staat derhalven tot deeze als *dk* tot *de*.

kp Beweegkragt Loodregt op *dk* werkende: en daar door evenwydig aan 't Hellend Vlak *ac*. *ki*, *kl* Streeklynen die boven 't Vlak ryzen, en niet meer evenwydig met het zelve zyn. *km*, *kn*, Streeklynen beneden 't Vlak daalende.

Fig. 3. Dubbelde Kegel, die tegen een Hellend Vlak opwaarts schynt te loopen.

VERKLAARING

A, de Dubbelde Kegel; of twee Kegels met hun Voetſtukken aan één gevoegd.

BC, DC, twee Regelmaaten, die een ſcherpen Hoek maaken, en in B en D verhevener ſtaan, dan in C. De Kegel loopt van C naar B, D.

Fig. 4. Nader Opheldering van de ſchynbaare klimming van den Kegel.

CB*f*, Hellend Vlak van de twee regelmaaten BC, DC, in *Fig.* 3, afgebeeld.

a Zwaartepunt van den Dubbelden Kegel.

ae Loodlyn waar meê *a* op het Waterpas *ef* volkomen ruſten zou en onderſteund worden; en dus ſtil blyven leggen.

g Punt, waar meê het nu ſchuins op de regelmaat ruſt: en 'er dus geen Steunzel op heeft.

*a*B loop van 't Zwaartepunt *ab* Waterpas, beneden welke het met 'er daad, terwyl het ſchynt te klimmen, ter langte van *b*B zakt.

Fig. 5. De Wigge.

DAC, *dac* twee Driehoeken, daar hy nevens drie Vlakken *a*AD*d*, *a*AC*c* en DC*cd* uitbeſtaat.

A*a*, Scherp of Snede van de Wigge: DC*cd*, Kop of Plat: AB Hoogte.

Fig.

Fig. 6. Denkbeeld van derzelver Werking. Verplaatzing van twee Lighaamen of Lighaamsdeelen.

A, B, Lighaamen; die verplaatst moeten worden; en die in E, E, tegengehouden worden door een bekende Kragt.

CD, CD, eenigste Streeklyn, volgens welke zy wyken kunnen.

FCH, Wigge, die hen ter weerszyden heen verplaatst, en geheel tusschen ingedreeven ter langte van FH van één scheidt.

i G *m*, Stomper, *l* G *n* scherper Wigge, die de Lighaamen zoo ver als *im*, of als *ln* zou van een gescheiden hebben.

Fig. 8. Werktuig tot Proeven met de Wigge.

AC, BC, twee Vlakken, de twee platte zyden verbeeldende van een Wigge, die men scherper of stomper maaken kan, door middel van een Scharnier in C en twee Zetschroeven E, F, in de open Sleuf van het Plankje GH.

DI, Waterpas Raam, op de twee Standerts, die Loodregt op hun Voet staan.

m, *n*, twee Rollen, die in twee Beugeltjes draaien, welke op Metaalen Draaden, van D tot I gespannen, ligt heen en weer schuiven. *p* Gewigt, aan die Beugeltjes vastgemaakt, en door derzelver van een schuiving om hoog getrokken.

CK, Hoogte van de Wigge. Zy zakt, en verschuift de Rollen *m*, *n*, of door haar eigen Zwaarte, of door 't geen men 'er op GH byvoegt. Het Gewigt *p* toont de Kragt van den Weêrstand.

Plaat 8.

Fig. 7. Van een splyten van de reeds verplaatste en geopende Lighaams deelen. Een stuk Houts door de Wigge gespleeten: *spq*, *tpr*, twee Kromme Hefboomen: *p* Hoek daar de Vezels van 't hout nog vast zitten: *pq*, *pr* de twee Armen die nog aan één verbonden zyn: *sp*, *tp* de twee Armen, waar aan de Beweegkragt in *s* en in *t* werkt, om dat verband te breeken.

Fig. 9. Algemeene Regel in de Werking der Wigge.

abc, Wigge. *ck* Hoogte, eens zoo lang als de breedte *ab*. *m*, *n*, rollen, die, als de Wigge tot *ab* toe 'er tusschen gedreeven is, zoo ver van één verwyderd zyn als *ci* en *cl*, met malkander even lang als *ab*. *p*, *r*, Gewigten, die door 't verschuiven der rollen, ook even veel wegs geklommen zyn. *k* loopt in den zelfden tyd eens zoo veel wegs af, zyn Kragt is derhalven ook eens zoo groot en staat tot den Weêrstand *p* en *r*; als *kc* de Hoogte der Wigge, tot *ab* de breedte; en in geval van Evenwigt, de Kragt tot den Weerstand als de breedte der Wigge tot de hoogte.

Fig.

Fig. 10. De Schroef, met ſchuinze of ſcherpe Draaden.

a c, Omtrek van een Slinger van den Draad: *b c* Pas of Wydte tuſſchen den eenen Draad en den anderen: DE Hefboom, daar men de Schroef meê draait. De Kragt ſtaat by Evenwigt tot den Weerſtand, als *b c*, wydte der Draaden, tot den Omtrek, dien E maakt.

Fig. 11. Schroef met platte of vierkande Draaden.

Fig. 12. Schroef van *Archimedes.*

AB, Schuins leggende Spil of Rol, die op haar Halzen in A en B draait, en om welke een holle Buis of Goot geſlingerd is.

C, plaats waar uit het Lighaam door zyn eigen Zwaarte rolt naar *d*: en *d*, door een halve keer der Schroef in *e* geraakt zynde, naar *f*, die dan in *g* is, en zoo vervolgens tot boven toe.

Fig. 13. Schroef zonder end.

F, de Beweegkragt, draait de Schroef, wier Draaden de Tanden van 't Rad vattende, 't zelve doen draaien met zyn Spil, daar zig het Touw omwindt, daar de Weerſtand of 't Gewigt P aanhangt.

VERKLAARING

Plaat 9.

Figuur. 1. Bogt der Touwen en ſchuinsheid van Streeklyn daar door veroorzaakt.

AB, Streeklyn der Beweegkragt, evenwydig met den grond op 't Vlak FG.

AEB, Bogt van 't Touw, door zyn eigen Zwaarte gekromd.

BE, Schuinze en nadeeliger Streeklyn bygevolg, volgens welke B het Pak A langs FG voort trekt.

Verandering van Streeklyn door de minder of meerder langte alleen van 't Touw.

DA, ſchuinze Streeklyn, volgens welke de Beweegkragt met een Touw, zoo lang als DA, A voorttrekt.

CA, ſchuinzer Streeklyn, volgens welke die Beweegkragt met een korter Touw CA trekt.

Fig. 2. Proefneeming over de ſtyfheid en onbuigbaarheid der Touwen.

A, B, twee eveneens gelyke Touwen, boven vaſt, elk met eenen ſlag om de Rol EE geſlaagen, en geſpannen gehouden door het Tafeltje CD, daar men Gewigt op zet.

G,

G, een Lint of Draad met zyn Schaal, en Gewigt daar op geplaatst; om dezelfde Rol EE, maar een anderen weg heen als de twee voorgaande Touwen, gewonden. Dit Lint en Gewigt doet de Rol draaien en op de twee Touwen naar beneden loopen. Het verscheiden Gewigt op G, dat dit daalen der Rol veroorzaakt, toont de Kragt die 'er vereischt wordt, om de styfheid der Touwen, in verscheiden Gevallen en Proeven, te overwinnen.

Fig. 3. Dezelfde Proefneeming, tot nader opheldering, van ter zyden beschouwd.

ef, Middellyn van de Rol EE: *g* 't Gewigt en de Schaal GL: 't Gewigt dat het Touw spant als C of D.

be, Middellyn van 't Touw, als de eene Arm van den Hefboom aangemerkt, daar L aan trekt.

ef, de Middellyn van de Rol, de andere Arm des Hefbooms, door *g* getrokken. Hoe langer derhalven *eb*, dat is hoe grooter de Middellyn en dikte van 't Touw is, hoe L meer Weerstand doen, en hoe *g* zwaarder belaaden moet zyn, om de styfheid van 't Touw, door L gespannen, te overwinnen.

Fig. 4. Proefneeming dat Losse Draaden elk afzonderlyk hangende, sterker zyn dan dezelfde Draaden in eengedraaid tot een Koord of Touw.

Ver-

Verscheiden enkelde Draaden als C, en D, waar aan Gewigten hangen; en dezelve draagen zonder breeken, zo yder de juiste helfte der Zwaarte draagt.

E, F, twee Gewigten, aan een zamengevlogten Koord hangende; van wier twee Draaden elk maar de helft van 't Gewigt draagen kan. Wanneer het Gewigt ongelyk gedeeld, en F zwaarder is dan E, breekt eerst de Draad F; en vervolgens ook de Draad E, daar dan 't gansche Gewigt aan hangen bleef.

Fig. 5. Proefneeming over 't opkrimpen, en het ontwarren of los draaien van de Touwen door de Vogtigheid.

H, K, twee Gewigten, aan twee Touwen hangende, met hun spits Vlak, en even boven de Lyn van 't Plankje I L.

g, *h*, twee Wyzertjes van Kaarteblad, Loodregt op de Touwen geplant. Als men de Touwen nat maakt ryzen de Gewigten H en K; en de Wyzertjes *g* en *h* draaien allenskens van de regter naar de slinker hand.

Fig. 6. Kragt der Lugt om Blaazen te doen opkrimpen, en een groot Gewigt op te ligten.

A A, B B, C C, Blaazen, die door middel van kleine Pypjes gemeenschap met malkander hebben.

E *e*, Pypje, waar door men de Lugt inblaast.

D, een Gewigt van 30 Ponden; aan de Blaazen vast.

bb, *cc*, Wanden der Blaazen, door de ingeblazen Lugt uitgezet, die de Vezels der Touwen, door Vogt gezwollen, verbeelden kunnen.

Als men de Lugt door het Pypje E *e* inblaaft, zwellen de Blaazen, worden korter, en ligten het gansche Gewigt D van 30 Ponden eenige Duimen hoog van den Grond op.

Fig. 7. Een Vogtmeeter of Weêrwyzer: door trekken en krimpen van een Touw.

Een Touw, Waterpas slap gespannen; aan wiens midden een Koperdraad hangt met een Gewigtje. Door Vogtigheid der Lugt krimpt het Touw, ryst het Gewigt en toont op het in Duimen en Lynen verdeelde Maatplankje de Graaden van Vogtigheid naar boven; gelyk, by 't rekken van 't Touw, al daalende naar beneden, de Graaden van Droogte.

Fig. 8. Weerwyzer: door 't ineen of los draaien van een Snaar.

Ze is met haar een'end aan een Plank of iets dergelyks met het ander Loodregt op het Dwarsbalkje of Wyzertje vast; dit draait, als de Snaar door Vogt of Droogte zig losser of vaster draait, en toont op den Omtrek van de vast staande Wyzerplaat, de Graaden der Verandering.

Fig.

Fig. 9. Weerhuisje, van denzelfden aart, als de voorgaande Weerwyzer. Het Dwarsbalkje of Wyzertje is hier Waterpas en op yder van deszelfs enden een Beeldje gesteld. Door 't ineen en ontdraaien van de Snaar draait het Balkje, komt by Droogte het een, by Vogt het ander dat een Regenscherm draagt, te voorschyn.

B E R I G T

VOOR DEN

BOEKBINDER.

De Plaaten van de Negende Les

N. 1, 2, 3, 4, 5, 6, moeten ingevoegd worden tegenover. . . . bladz. 184

N. 7, 8, tegenover. . . bladz. 232

N. 9, ——— . . bladz. 284

NATUURKUNDIGE
LESSEN
VAN DEN HEER
NOLLET.

NEGENDE LES.
Over de Beweegkunde.

INLEIDING.
Algemeene Grondbeginzels der Beweegkunde.

NA in de voorgaande Lessen de Eigenschappen en Wetten der Beweeging, zoo in de Vaste Lighaamen, als in de Vloeistoffen, verklaard te hebben, staat ons nu nog in deeze van de Middelen te spreeken, door welke men zig van die Beweeging, of met grooter gemak, of met meerder voordeel bedienen kan. Die Middelen zyn de *Werktuigen*, Beweeg. kunde. *Machines*

IX. LES. INLEIDING.

gen, dat is, zekere Lighaamen, of uit min of meer ſtukken zamengeſtelde Gereedſchappen, door wier tuſſchenkomſt een Beweegkragt haar Werking op een weêrſtand oeffent, en of grooter of kleinder van vermogen gemaakt kan worden, naar maate van de Verſchillende Snelheid, daar men haar meê werken doet.

Zy vereiſcht kennis van Natuur- en Wiskunde. *Michanique*

De Weetenſchap, die over deeze Werktuigen handelt, wordt *Beweegkunde* genoemd. Zy vereiſcht, en onderſtelt in yder, die 'er zyn werk van maaken wil, een genoegzaame kennis, zoo van Wiskonſt, als van Natuurkunde. Want een Beweegkonſtenaar moet niet alleen de op en tegen elkander aanwerkende kragten, elk naar den byzonderen ſtand, daar ze in geplaatſt zyn, meeten en berekenen kunnen; maar daarenboven moet hy ook weeten te onderſcheiden, waar in eigentlyk de aart en werking van die Kragten beſtaat, wat 'er vreemds van buiten by kan komen en zig onder mengen, door de byzondere hoedanigheid der Stoffen, daar hy zig van bedient, door de omſtandigheden van

van Tyd, van Plaats, en dergelyke toevallige oorzaaken meer. Iemand, die alleen in 't Natuurkundig gedeelte der Beweegkunde bedreeven was, zou Werktuigen kunnen maaken, die duurzaam waren, en zoo ten opzigt van de schikking en 't verband der stukken, als van derzelver loop en beweeging, wonder wel zamengesteld; maar hy zou gevaar loopen, om in de Evenredigheden dikwils mis te tasten, en zelden zouden de Uitwerkzels aan de verwagting voldoen, daar hy zig meê gevleid hadde. Een Wiskonstenaar, aan den anderen kant, die zig alleen aan zyn Meetkunde hieldt, en in de Hoegrootheden, daar hy gebruik van dagt te maaken, enkel zyn Lynen en Stippen in aanmerking nam, en dezelve op dien Voet berekende, zou wanneer 't op de zaak en uitvoeren aankwam, buiten twyffel vry wat Kragts te kort komen. Hy, eindelyk, die geen Wiskonstenaar of Natuurkundige was, zou volstrekt in 't blinde heen werken, en geen de minste hope kunnen hebben van wel te zullen slaagen, dan enkel by geval; en dat IX. LES. INLEIDING.

IX. LES. INLEIDING.

nog dikwils na vry wat vergeefsche, verdrietige, en byna altoos kostbaare proeven en poogingen. Dit is eene waarheid, die ons de Onderwinding al zedert langen tyd zeer tastbaar geleerd heeft, en veel onderneemzieke geesten, die al hun arbeid op niet zagen uitloopen, hadt behooren teovertuigen. Maar even gelyk de Eigenliefde, en de drift om met den naam van Schryver te pronken, een menigte van slegte Werken, in weerwil van alle berispingen, in de waereld brengen; zoo heeft men 't ook aan dezelfde beweegredenen, en daarenboven dikwils aan de hope op een voordeeltje te danken, dat men zig in 't vervaardigen van zulk een verbaazend getal van Nieuwe Uitvindingen afslooft, die nimmer het licht zouden zien, indien derzelver Uitvinders verstands en kundigheids genoeg hadden, om 'er wel over te oordeelen.

Lof en Nuttigheid der Beweegkunde.

Men ziet doorgaans meer slegte, dan goede en nuttige Werktuigen te voorschyn komen. Dit krenkt de Beweegkunde, en verzwakt haar agting eenigermaate in 't oordeel

van

van veele Lieden, die, maar te onregt, den *Werktuigmaker* verwarren met den waaren *Beweegkonstenaar*. Ligtelyk zal men 'er zig een geheel ander en beter denkbeeld van vormen, als men bedenkt, dat Geleerden van den eersten Rang, ARCHYTAS, ARISTOTELES, ARCHIMEDES &c. onder de Ouden; de Heeren MARIOTTE, AMONTONS, DE LA HIRE, VARIGNON en zoo veele anderen onder de Hedendaagschen, zig op de kennis van nuttige Werktuigen met een byzondere vlyt hebben uitgelegd, en door de voortgangen, die ze 'er in maakten, zig een grooten roem verkreegen. De Ontdekkingen, in deeze Weetenschap gedaan, strekken derzelver uitvinderen niet minder tot Eer, en verdienen met even goed regt de algemeene Toejuiching, als die van eenige andere Weetenschap. Is 't oogmerk, daar ze op doelt, niet van een wyduitgestrekte nuttigheid; en brengt ze de Maatschappy geen merkelyke en dierbaare voordeelen toe? Laat ons uit haar vrugten, die ze ons reeds doet genieten, oordeelen, wat wy 'er mogelyk in

IX. LES. INLEIDING.

Machiniste Méchaniciens

IX. LES. INLEIDING.

't vervolg nog van te wagten hebben. De Molens, die het Koorn voor ons tot Meel maalen, die onze Stoffen vollen, of de Olie tot onzen dienst uit de Vrugten trekken: de verscheiden zoorten van Pompen, die het Water of tot ons gebruik, of tot sieraad onzer Lusttuinen, in de hoogte doen opklimmen. De Rytuigen, die ons zoo veel ongemaks en vermoeidheid bespaaren, en 't vervoeren der Goederen gemakkelyk maaken en gevoeglyk. De Takels, Kraanen, Windaas, wier gebruik zoo menigvuldig voorkomt in de Bouwkunde en Scheepvaart, en van algemeen eene nuttigheid is; de Ophaalbruggen en een groot getal van andere dergelyke middelen, daar men zig ter verdediging van Vestingen van bedient: moet men alle deeze en ontelbaare andere niet voor Werktuigen erkennen, wier groot nut wy dagelyks ondervinden, en die zelfs by deeze of geene byzondere omstandigheden dikwils volstrekt noodzaakelyk worden? Ten hoogsten, zeker, mogen we ons wel aan hun verpligt rekenen, die de aanlokzels en ver-

ruk-

rukkende bespiegelingen der verheven Meetkunde van de hand wyzende, zig wel verledigen willen, om derzelver Grondbeginzels op onderzoekingen van deezen aart toe te passen. De Ontdekkingen deezer weetenschap zyn wel, 't is waar, zoo luisterryk niet, als Oplossingen van hooge en diepzinnige Vraagstukken der Wiskunde; maar zy komen my daarom egter niet minder agtbaar en roemwaardig voor; dewyl zy het nut en belang der Maatschappy meer regtstreeks bevorderen, en de Diensten, die men 'er uit trekken kan, doorgaans vry gereeder voor de hand zyn, en zomtyds van een algemeener en wyduitgestrekter Nuttigheid. IX. LES. INLEIDING.

Men onderscheidt de Werktuigen doorgaans in twee Zoorten: zommige, die men *Eenvoudige*, en andere, die men *Zamengestelde* noemt. De Eenvoudige zyn als de eerste Beginzelen, waar uit de andere zamengesteld zyn, aan te merken; en zullen inzonderheid het Onderwerp van deeze myne Les uitmaaken. Want het vermenigvuldigen en aan één verbinden van verscheide Eenvou- *Eenvoudige* en *Zamengestelde* Werktuigen.

IX. LES. INLEIDING.

dige Werktuigen, tot een Lighaam met elkanderen vereenigd, brengt in derzelver Eigenschappen geen de minste wezendlyke verandering voort; en 't zou een zeer onnoodig werk zyn, dat wy alle de Zamengestelde Werktuigen, die ooit in zwanggebragt wierden, stuk voor stuk wilden gaan optellen, om in yder het gebruik aan te wyzen, dat men 'er van de Eenvoudige Werktuigen in maakte. Wy zullen ons derhalven vergenoegen, met alleen van zulke gewag te maken, die wel het meest in zwang zyn, wier Zamenstel men het gemakkelykst zal kunnen begrypen, en die geene zulke breedvoerige en tot kleinigheden toe omstandige Beschryvingen vereischen, welke in dit Werk niet gevoeglyk kunnen plaats hebben.

Getal der Eenvoudige Werktuigen.

Het getal der Eenvoudige Werktuigen verschilt naar de verscheiden wys, waar op men die Eenvoudigheid gewoon is te rekenen: dewyl de een Eenvoudig noemt, 't geen de ander reeds voor Zamengesteld aanziet: 't is een zaak ook, die in zig zelve vry onverschillig is, en van geen merkelyk belang, wat

wat my aangaat, zonder de gedagten van anderen, die in dit ſtuk van my verſchillen, kwaad te keuren, ik tel niet meer dan drie Zoorten van Eenvoudige Werktuigen: naamelyk, den *Hefboom*, het *Hellend Vlak*, en de *Touwen*. Dog eer ik tot de zaak zelve en den aart deezer Werktuigen overga, zal 't niet ongevoeglyk zyn, dat ik eenige algemeene Kundigheden en Grondbeginzels ſtaave, die onze Oplosſingen, en beſchryving van derzelver Werkingen, verſtaanbaarder zullen kunnen maaken; en dat ik teffens eenige zwaarigheden voorkome en uit den weg ruime, die 'er onder 't verklaaren zouden mogen ontſtaan. (*). IX. LES. INLEIDING.

Vier

(*) [De meeſte *Natuurkundigen tellen* zeven Eenvoudige Werktuigen; de Weegſchaal, naamelyk, den Hefboom, de Katrol, de Windaas, het Hellend Vlak, de Wigge, en de Schroef. Zommigen ſluiten de Weegſchaal buiten en ſtellen 't getal op zes. Maar dewyl inderdaad de meeſte van dezelve, als reeds eenigermaate zamengeſteld begreepen kunnen worden, mag men zig, om ze alle op één maal tot hun eenvoudigſte Beginzels te brengen en derzelver aart en Werking daar door mogelyk in den eerſten opſlag te beter te doen bevatten, aan 't ge-

IX. LES.] INLEIDING.

Vier Hoofdzaaken in dezelve.

Vier Zaaken zyn 'er voornaamentlyk in een Werktuig aan te merken. De Beweegkragt: de Weêrstand: het Steunpunt, of Middelpunt van Beweeging; en de Snelheid, waar meê men de Beweegkragt en den Weêrstand zig beweegen doet.

De Beweegkragt. *Puissance*

Beweegkragt noemt men allerhande zoort van Vermogen; 't zy 't één enkel Vermogen op zig zelven zy, 't zy 'er verscheiden met elkander vereenigd zyn, die t'zamen een Beletzel of Weêrstand tragten te overwinnen, of deszelfs Werking tegenstaan en ophouden. Dus merkt men het Paard, den Man, of verscheiden Mannen, die zamen een Schuit voort trekken; het Gewigt, dat een Braadspit draaien doet, de Gewigten der Uurwerken, als een Vermogen en Beweegkragt aan.

Maat van die kragt in Menschen en Paarden.

Indien de Beweegkragt, daar men zig in een Werktuig van bedient, de kragt en werking is van eenig Dier, moet men in 't bereke-

tal van drie houden. De Heer NOLLET zal van yder der andere afzonderlyk spreeken onder een dier Hoofdwerkingen, waar uit ze min of meer zyn zamengesteld.]

IX. LES. INLEIDING.

kenen van derzelver waardy of graad van sterkte, en de Natuur en de Langduurigheid van den arbeid in aanmerking neemen. Want schoon wel een Paard, by voorbeeld, voor een zeer korten tyd een kragt als van 500 of 600 Pond zou kunnen doen, en een Mensch een gewigt van 100 of 150 Ponden voor eenige weinige oogenblikken ophouden en draagen; kan men egter, als het op Werken op den duur aankomt, de kragt, die een Mensch kan doen, niet wel hooger schatten dan op 25 of 30 Pond, en die van een Paard op omtrent 180 Ponden. En dan wordt 'er daarenboven nog by vereischt, dat ze met volkomen vryheid werken kunnen, en niet belemmerd worden, noch door den stand en 't maakzel van 't Werktuig zelf, daar men ze aanzet, noch door 't beloop van den Grond, of eenige andere dergelyke oorzaaken (*).

Als

(*) De Heer DESAGULIERS stelt de kragt van een Paard op 200 Ponden; waar mede het 8 uuren op een dag kan werken, en met een Snelheid van omtrent $3\frac{1}{2}$ Voet in een Sekonde: doch met 140 Pond maar 6 uur 's daags, en met minder snelheid. Hy bepaalt

IX. LES. INLEIDING.

Veranderlyke maat van die kragt in Veeren en vallende Ligchaamen.

Als die Beweegkragt in een Gewigt of in een Veer bestaat, kan 't gebeuren, dat ze, geduurende haar Werking, van Waardy verandert, en niet altyd bestendig denzelfden grond van sterkte behoudt. Want 1. naar maate dat een Veer zig ontspant, wordt ze allenskens slapper, en verliest hoe langs hoe meer haar kragt; en indien het Werktuig niet op zulk een wys gemaakt is, dat het dat verlies weer telkens te gemoet komt en vergoedt,

bepaalt die kragt uit het gewigt 't welk het Paard over een enkele Katrol, die weinig Wryving heeft, kan optrekken; maar dan tessens op de voordeeligste wys aangeslagen, dat de Streeklyn, naamelyk, volgens welke het trekt, Waterpas of even hoog naar de Borst van 't Paard, en de grond effen zy. Vyf Man rekent hy een Paard in kragt gelyk; daar men anders doorgaans zeven rekent. Mogelyk zyn de *Engelsche* Arbeiders sterker dan die van andere Natiën. Dog ondertusschen is 't ook zeker, dat de Heer DESAGULIERS de kragt van een Mensch, op denzelfde tyd omtrent als het Paard werkende, met iets aan een Touw voort te trekken of aan een Boom of Handspaak voort te duwen, op omtrent 27 Pond of byna 7 Man tegen een Paard, bepaalt. Aan een Krik of Handvat draaiende doet hy een kragt van 30 Pond, geeft het Gewigt een snelheid van $3\frac{1}{2}$ Voet in een Sekonde, en kan het dus 10 uuren

goedt, kan de kragt van die Veer op 't eind der ontspanning onmogelyk zoo sterk zyn, als in 't begin. Wy hebben ook, 2. toen wy van de Zwaarte-kragt spraken, doen zien, dat de Versnelling de kragt der Lighaamen, die vry en onverhinderd, dat is, met een zeer zigtbaare snelheid, vallen, merkelyk doet toe-

IX. LES. INLEIDING.

uuren 's daags uithouden. Loodregt op en neer, schynt een Mensch 50 of 60 Pond gevoeglyk te kunnen hyssen. Hy kan de gansche zwaarte zyns Lighaams en zelfs meer, voor een reis wel opweegen, maar dan hangt hy aan het Touw, en werkt niet. —— In een Trêerad is de kragt, die hy doet, de zwaarte zyns Lighaams gelyk. Men begrypt ligtelyk, dat deeze Bepaalingen slegts algemeen zyn; en hier op Oeffening, gewoonte van Arbeiden, en Behendigheid niet gezien wordt. Indien men eindelyk aanmerkt, dat het *Paryssche* Pond, waarmede het *Hollandsch* genoegzaam over een stemt, omtrent $\frac{1}{12}$ gedeelte zwaarder is dan het *Engelsch*; zullen de verscheiden Bepaalingen van de Kragt eens Paards, en van 7 Menschen voor een Paard, niet ver meer van elkanderen verschillen. De Leezer kan de verdere Aanmerkingen over deeze Zoogenaamde *Bezielde* Kragten, gelyk ze zomtyds in tegenstelling der *Onbezielde*, door Wind, Water, Gewigten, Veeren, veroorzaakt, genoemd worden, na zien by den Heer DESAGULIERS, *Natuurkunde uit Ondervindingen opgemaakt*. I. Deel. Bladz. 260 en volgende.

IX. LES. INLEIDING.

toeneemen. Men begrypt derhalven ligtelyk; dat in alle gevallen, waar in de Beweeging door de Botzing van eenig vallend Lighaam aan een Werktuig wordt meêgedeeld, dat Werktuig 'er zoo veel meer kragt van Beweeging door ontfangen zal, als het Lighaam uit een grooter hoogte op hetzelve valt.

De Wêerstand.

De *Weêrstand* is een tegenwerkende kragt, of de vereenigde vermogens van verscheiden Beletzels, die de Beweeging van het Werktuig, door zyn Beweegkragt bezield of daadelyk in beweeging gebragt, tragten te stuiten, tegenhouden, en dezelve weêrstand bieden. Een Balk, by voorbeeld, een Zark, een Blok Marmer is zulk een Weêrstand, dewyl 't door zyn gewigt den arbeid en poogingen der Werklieden weerstaat en belemmert. die het door middel van een Takel, een Kraan of Windaas, tragten op te hyssen of voort te sleepen.

De Maat van deszelfs Kragt is zomtyds

De Wêerstand blyft altyd niet even groot, en bestendig in kragt dezelfde, gelyk een gewigt by voorbeeld, dat men optilt: maar dikwils zyn 't Veeren, die gespannen moeten

worden, Lighaamen, die men verdeelen moet, Vloeistoffen, die men keert of in de hoogte ophoudt. In alle dergelyke gevallen heeft de Beweegkragt of min of meer te doen in 't begin der werking dan op 't einde; en blyft de Weêrstand, dien ze overwinnen moet, niet altyd eenpaarig. Om hier zeker te gaan, en nooit aan kragt te kort te komen, is 't raadzaamst, dat men het Werktuig zoo schikke, dat de Weêrstand, in den allerhoogsten graad van sterkte, dien hy immer bereiken kan, genomen, nog zwakker zy dan de Beweegkragt. Wanneer men dus, by voorbeeld, Water door middel van een Pomp wil optrekken, moet men derzelver opgaande Buis aanmerken, als ofze, van 't begin af, altyd vol Water stond, hoewel ze in der daad niet vol raakt, dan na dat men reeds eerst eenige slagen gedaan heeft, tot welke zoo veel Beweegkragts niet eens zou vereischt worden.

IX. LES. INLEIDING. veranderlyk.

Voorzorg.

Steunpunt, *Middelpunt van Beweeging*, of *Schraag*, noemt men dat gedeelte van het Werktuig, rondsom het welke alle de andere

Het Steunpunt of Punt van Beweeging.

IX. LES. INLEIDING.

re Deelen zig beweegen. In een Weegschaal is het die plaats van den Beugel of het Huisje, gelyk men 't noemt, daar de As van het Juk op rust: in het Wiel van een Koets is 't het uiteind van de Spaak, die, terwyl het Wiel ronddraait, werkelyk den grond raakt. Het Hengzel van een Deur, de As van een Katrol schyf, enz. zyn derzelver Beweeg- of Steunpunten.

Is zomtyds een Lyn.

Het Middelpunt van Beweeging is altyd geen één enkel vast Punt. In menigvuldige gevallen is het een gansche reeks van zulke punten, die met malkanderen een geheele Lyn uitmaaken. De As van een ronden Kloot, de Scharnieren, en allerhande maakzels tot dergelyk een gebruik geschikt, zyn Beweegpunten van dien aart.

En in een ander opzigt Beweegbaar.

Het Steunpunt is ook zeer dikwils geen vast en onbeweeglyk Punt, dan enkel met betrekking tot die Omwenteling, van welke 't het Middelpunt maakt. In alle andere opzigten kan het ondertusschen Beweegbaar zyn, en van plaats veranderen. Dus wordt, by voorbeeld, de As van een Wagen volgens

gens een Loopstreek, evenwydig met den grond, voorwaarts getrokken, en verandert ten dien opzigte onophoudelyk van plaats, terwyl hy egter ondertusschen het Middelpunt en Beweeging van de Raden is en blyft. Zomtyds zelfs is 't de werking en kragt van een Bezield Lighaam, die ten Steunpunt verstrekt; gelyk wanneer twee Menschen eenig zwaar gewigt tusschen hen beiden aan een Draagboom of Stok draagen, van welken yder een eind op zyn Schouder legt of anderzins ophoudt. In zulken geval kan men, naar welgevallen, een van beiden, wien men wil, of voor de Beweegkragt of voor het Steunpunt neemen. IX. LES. INLEIDING.

De Snelheden rekent men naar de Ruimtens of Wegen, die de Beweegkragt en de Wêerstand afloopen, of, volgens den aart en 't maakzel van 't Werktuig, afgeloopen zouden zyn, indien de een den anderen overwon en voortsleepte. Een Mensch, by voorbeeld, die een zwaar Lighaam, een Blok of Molensteen door middel van een Windas voorttrekt, beschryft, om 't Spil loopende, De Snelheden.

IX. LES. INLEIDING.

den omtrek van een Cirkel; terwyl hy dus in 't rond een zekeren weg aflegt, nadert ondertusschen ook het Blok een zeker eind wegs, en deeze twee wegen, van den Mensch en 't Blok afgeloopen, wyzen elks byzondere Snelheid aan; want de tyd, dienze 'er beide toe besteedden, was volkomen dezelfde en even lang. Dus kent men ook; als de twee Schaalen van een Weegschaal uit hoofde van haar Evenwigt in rust en stil blyven hangen, derzelver Snelheden uit den weg, dien ze beide, de eene al ryzende, de andere daalende, zouden afleggen, indien 'er Beweeging plaats greep.

Middelpunt der Zwaarte.

De Zwaarte is een kragt daar men zig of als Beweegkragt of als Weerstand *dikwils* in de Beweegkunde van bedient. Schoon dezelve wel aan alle de Gedeeltens der Stoffe, onder één en den zelfden omtrek begreepen, zonder onderscheid en even eens eigen zy, zullen wyze egter, om de zaak te eenvoudiger en daardoor verstaanbaarder te maaken, hier aanmerken, als of ze geheel vereenigd ware en gehuisvest werde alleen in

in een enkel Punt, 't welk wy 't *Middelpunt der Zwaarte*, of *Zwaartepunt* noemen zullen. IX. LES. INLEIDING.

Dit Middelpunt der Zwaarte maakt niet altyd een en 't zelfde Punt uit met het Middelpunt der *Figuur*, of gedaante des Lighaams. 't Is een Punt van dien aart, dat, zo men 'er een Lighaam aan ophangt of op ruften doet, alle andere Deelen van dat Lighaam met hetzelve ook in ruft zullen blyven, en wederom alle met hetzelve in Beweeging raaken, als men 't niet langer onderfteunt en ftil houdt. Hier uit zal men ligtelyk begrypen kunnen, dat dit Punt zig niet in 't juifte midden bevinden kan, dan alleen in Lighaamen, die overal eenparig van Stoffe en volkomen *Gelykflagtig* zyn, en die een Regelmaatige gedaante hebben. In een Kloot, by voorbeeld, die volmaakt rond, en overal juift van dezelfde Digtheid en volkomen eenpaarige Stof is, moeten alle halve Middellynen, elkanderen ten vollen in Langte gelyk, en van een en dezelfde Zwaarte zyn: in Langte gelyk, om dat de Kloot volmaakt

Centre de Gravité.

Is niet altyd het zelfde als het Middelpunt der Gedaante van een Lighaam.

Homogenea

 rond

IX. LES. INLEIDING.

rond is; even zwaar, om dat hy overal van een eenpaarige en dezelfde Stof is: alles ſtaat 'er derhalven in Evenwigt rondsom een Punt, dat het Middelpunt der Zwaarte en dat der Gedaante van 't Lighaam teffens is. Maar met een Pyl, wiens Punt met Yzer beſlagen is, of met een Schryfpen is 't geheel anders gelegen: indien men ze, op hun Langte, in twee gelyke Deelen verdeelt, zal 't eene Deel merkelyk zwaarder zyn dan het ander; en de Doorſnyding zal niet op het Middelpunt der Zwaarte van die Lighaamen geſchied zyn, ſchoon wel op het Middelpunt van derzelver gedaante.

Middelpunt der Zwaarte van verſcheiden Lighaamen.

Op dezelfde wys als men de ganſche Zwaarte van een Lighaam als in één eenig Punt vereenigd begrypt, verbeeldt men zig ook de Zwaartens van verſcheiden Lighaamen, die te zamen met malkander tot een en 't zelve einde met hun Gewigt werken, als in een oneindig kleine ruimte en plaatsſtip by een vergaderd en beſlooten. Wanneer verſcheiden zwaare Lighaamen aan een en 't zelfde Touw hangen, waar aan ze met

Koor-

Koorden zyn vast geknoopt, kan men den gemeenen knoop daar alle Koorden aan 't Touw vast zyn, als het Middelpunt aanmerken van de Zwaarte van yder dier Lighaamen. Laat A en B dan de Middelpunten der Zwaarte zyn van twee hangende Lighaamen, beider werkingen zullen zig vereenigen in C, of in eenig ander Punt, waar men 't ook zou willen verkiezen, van de Lyn CD; behoudens egter dat de Gewigten van beide Lighaamen gelyk, en A even zwaar zy als B. Want zo, by voorbeeld, één dier Klooten van Hout, en de ander van Steen was, zou het Middelpunt van den zwaarsten van de twee nader aan de Lyn CD vallen, en de Lyn *a b* door de Loopstreek der Zwaarte verdeeld worden in twee ongelyke Deelen, wier langste end in dezelfde Evenredigheid zou staan tot het kortste, als het zwaarste Gewigt stondt tot het ligtste (*). IX. LES. INLEIDING. *Pl.* I. *Fig.* I.

Hoe

(*) [Dat is, indien *b* by voorbeeld, 2 Pond, en *a* een Pond woog; zou de Lyn *a* D eens zoo lang moeten

IX. LES. INLEIDING.

Hoe groot ook het getal van zulke zwaare Lighaamen wezen mag, zoo dra men het byzonder Zwaartepunt van yder derzelven kent, valt het ook niet moeijelyk de Plaatsftip te bepaalen, daar alle hun kragten als zamenloopen en zig vereenigen: dewyl men de Afstanden van yder dier Zwaartepunten weet. Maar dit alles zal verstaanbaarder en duidelyker begreepen kunnen worden, wanneer wy de Werkingen van den Hefboom zullen verklaard hebben.

De Zwaartekragt als overal Eenpaarig aangemerkt.

De Zwaartekragt, weet men, is sterker of zwakker naar maate dat de Lighaamen het Middelpunt der Aarde, werwaarts zy neigen, nader zyn, of verder van hetzelve verwyderd. Maar op dat verschil zullen wy in 't vervolg van deeze Les geen agt slaan, om dat het op zoo klein een onderscheid van afstand, als 'er onder 't bereik van een Werk-

ten zyn, als de Lyn *e*D: en dus het langste gedeelte of 2 staan tot het kortste 1, als het zwaarste Gewigt 2 tot het ligtste 1. De Lood-lyn CD zou derhalven op een Punt, een derde gedeelte der Lyn *ab* van *b* verwyderd, vallen, en daar het gemeen Zwaarte-Punt der beide Lighaamen maaken.]

Werktuig vallen kan, nimmer zigtbaar is, of eenige merkelyke verandering geeft. Wy zullen derhalven altyd veronderstellen, dat een Gewigt, wiens Val geen versnelling krygt, overal, waar het zyn Werking doet, de zelfde Kragt, de zelfde Drukking oeffent. Een Emmer vol Water, die, als hy boven aan den mond van de Put is, 100 Pond op de Katrol weegt, zal men dan rekenen dat even zwaar was (het byzonder Gewigt van het Touw buitengesteld) als toen hy nog 50 of 60 Voeten laager was: en iemand die een Klok luidt moet, stellen we, de zelfde kragt doen, 't zy het Kloktouw langer of korter, en de Klok dus eenige Roeden hooger of laager boven hem zy.

IX. LES. INLEIDING.

Wy zullen dus ook de Loopstreeken der Zwaartekragt van twee Gewigten, die op eenigen afstand van malkanderen hangen, als evenwydig aanmerken, schoon dezelve, om naauwkeurig te spreeken, een weinig naar elkander hellen en eenigzins moeten toeloopen, dewyl alle zwaare Lighaamen naar een en 't zelfde Punt, het Middelpunt der Aar-

En derzelver Loopstreeken als evenwydig.

IX. LES. INLEIDING.

de, neigen. Maar wy zyn 'er te ver van verwyderd, dan dat wy, uit het verwaarloozen van die wederzydſche naar-een helling der Zwaartelynen, eenige misrekening zouden behoeven te vreezen. (*).

De Wryving en Weêrſtand der Middelſtoffen ter zyden geſteld.

Om eindelyk alles, wat in eenig opzigt als vreemd, en tot ons tegenwoordig Onderwerp eigentlyk niet behoorende, kan worden aangemerkt, uit den weg te ruimen, en de zaak, zoo eenvoudig als mogelyk is, te behandelen, zullen we ook in deeze ganſche Les geen agt geeven op de wryvingen, noch op den weêrſtand der Middelſtoffen: twee dingen egter, daar men *in de daadelyke oeffening* wel degelyk op te letten heeft; en die of verwaarloosd, of niet op hun regte

(*) [De Plaats naamelyk, die een Werktuig beſlaat, is zoo klein in vergelyking van den afſtand van 't Middelpunt der aarde, dat men dezelve, zonder vrees voor misrekening, als een platte Oppervlakte mag aanmerken. Zie dit reeds voorheen een weinig breeder voorgeſteld. II DEEL I Stuk bladz. 325. Dus geeft het geen verſchil in een Gebouw, wiens muuren, ſchoon ze 't ſtrikt eigentlyk geſprooken niet zyn, men als evenwydig aanmerkt.]

te kragt en waarde geschat, zeer merkelyke dwaalingen in't berekenen der Uitwerkzels, die men van de Werktuigen verwagt, kunnen veroorzaaken: gelyk wy in de Derde Les, toen we de Eerste Wet der Beweeging verklaarden, hebben doen zien.

IX LES. INLEIDING.

I Deel. 2 Stuk. bl 285.

EERSTE AFDEELING.

Van den Hefboom.

EEn Hefboom, op zyn Wiskonstenaars aangemerkt, is niets anders dan een Regte Lyn, zonder eenige Zwaarte, waar op men de Afstanden en de Plaatsen aanwyst, daar de Beweegkragt, de Weêrstand, en het Steunpunt staan. Indien deeze Lyn, in de daadelyke oeffening, haar Zwaarte heeft, of krom is, moet men die Zwaarte berekenen, als of dezelve een gedeelte 't zy van de Beweegkragt, 't zy van den Weêrstand uitmaakte, en haar kromte kan men altyd tot een Regte Lyn brengen, die den afstand aantoont, waar op de twee kragten,

Denkbeeld van een Hefboom.

IX. LES. I. AFDEEL. *Pl. 1. Fig. 2.*

volgens de strekking haarer Loopstreeken, van elkanderen staan, of wél, hoe ver eene dier kragten van het Steunpunt af is. Dus wordt, by voorbeeld, de kromme Hefboom E F G tot de regte Lyn *e g* gebragt en is dezelve in aart en kragt gelyk; en indien de twee armen E F en F G van Yzer of eenige andere merkelyke Zwaarweegende Stof gemaakt *zyn*, wordt yder van hun gerekend als of hy mede een gedeelte uitmaakte van het Gewigt van E of van G, 't welk hy ophoudt.

Deszelfs drie onderscheiden Zoorten.

Traité de Méchanique de Mr. de la Hire.

Men telt doorgaans drie onderscheiden Zoorten van Hefboomen naar de Verschillende standen, waar in men de Beweegkragt, den Weêrstand, en het Beweeg-of Steunpunt op dezelve plaatzen kan. Indien men het voorbeeld van eenige beroemde Schryvers verkoos te volgen, zou men, 't geen ik Weêrstand en Steunpunt genoemd heb, ook als twee Beweegkragten kunnen aanmerken; en dan zou de gewoone Onderscheiding van drie Zoorten van Hefboomen geen plaats meer hebben; maar het komt my eenigzins ge-

gevoeglyker en tot beter begrip der meesten geschikter voor, dat ik de gebruikelykste Leerwyze volge in een Les, die niet zoo zeer een uitgewerkte Verhandeling is over de Beweegkunde, als wel een eenvoudige Verklaaring slegts der Grondbeginzelen van die Weetenschap. Tot beter denkbeeld derhalven van deeze drie Zoorten van Hefboomen en om derzelver onderscheid op 't enkel inzien der Plaaten leevendiger voor 't oog te hebben, zal ik de Beweegkragt verbeelden door een Hand A, den Weêrstand door een Gewigt B, en het Steunpunt door 't Spilletje of *Schraagje* C, gelyk in *Figuur* 3, 4, 5, 6, te zien is, (*). IX. LES. I. AFDEEL.

Een

(*) [De Heer NOLLET noemt eigentlyk *Geslagten* (*Genres*) van Hefboomen, en schryft yder wederom zyn byzondere *Zoorten* (*Especes*) toe, naar maate van den verschillenden stand, waar in het Steunpunt van den Eersten, de Weêrstand van den Tweeden, en de Beweegkragt van den Derden Hefboom, nader by of verder af van één der andere kragten geplaatst wordt: zoo dat, indien het Steunpunt (Fig. 3 Plaat 1) in *c* was in plaats van in C, die Hefboom wel een Hefboom van het Eerste *Geslagt* zou zyn, maar een andere en byzondere *Zoort* en-

IX. LES I. AFDEEL. PL. I. Fig. 6.

bewoogen wordt, ziet men ligt, dat de Beweegkragt A, niet meer tyds besteeden zal met den Boog A*a* af te loopen, dan de Weêrstand B noodig zal hebben om den zynen B*b* te beschryven. En als de Tyden gelyk zyn, moeten de Snelheden, waar meê twee of meer Lighaamen bewoogen worden, berekend worden naar de Wegen, die ze afloopen of afgeloopen zouden hebben; gelyk we voorheen zeiden toen we van de Eigenschappen der Beweegingspraken. Dewyl nu de Boogen A*a* en B*b* tot malkander staan in de zelfde evenredigheid als hun halve Middellynen, AC en BC, kent men derhalven, zoo dra men deze twee afstanden AC en BC weet, ook de Snelheid van de Beweegkragt en van den Weêrstand. (*). Hier uit volgt,

I Deel. 2 Stuk. bladz. 264.

1. Dat

(*) [De Boog A*a* staat tot de Boog B*b* als de halve Middellyn AC tot de halve Middellyn BC: dewyl alle omtrekken van Cirkels, gelyk bekend is, dezelfde evenredigheid tot malkander hebben als derzelver heele of halve Middellynen. Laat nu AC eens zoo groot zyn als BC; dan zal de Boog A*a* ook eens zoo groot zyn als de Boog B*b*; de Weg der-

IX. LES. I. AFDEEL.

Hoe verder afstand van 't Steunpunt hoe grooter kragt.

1. Dat een Gewigt, wanneer 't, of als een Beweegkragt, of als een Weêrstand, werkt door middel van een Hefboom, die Waterpas gesteld is, zoo veel te grooter kragt heeft, naar maate dat het verder van het Steunpunt af is.

Gelyke Gewigten maaken op gelyken afstand Evenwigt.

2. Dat twee gelyke Gewigten op een dergelyken Hefboom tegen elkanderen over gesteld, geen Evenwigt kunnen maaken, dan alleen wanneer ze beide even ver van 't Steunpunt

derhalven dien A afloopt is eens zoo groot als de Weg van B; bygevolg de Snelheid van A ook eens zoo groot als die van B; dewyl ze beide even veel tyd bestreden. Is nu de afstand van A eens zoo groot als de afstand van B, dan zyn ook de Snelheden als de afstanden. Een afstand B C geeft het Lighaam B één Snelheid: twee afstanden als A C geeven het *Lighaam twee Snelheden*; drie afstanden zullen drie Snelheden geeven, en zoo vervolgens. Men kent de Snelheden derhalven, zoo dra men de afstanden van 't Steunpunt weet, dewyl ze met den zelven Regel volgen. Men mag ze derhalven ook onverschillig voor malkanderen gebruiken, en om de maate der Kragt, die yder doen kan, of hoeveelheid van Beweeging, gelyk in 't vervolg gezegd wordt, te kennen, den Inhoud der Gewigten met derzelver afstand van 't Steunpunt, in plaats van de Snelheid, vermenigvuldigen.]

IX. LES. I. AFDEEL.

Ongelyke Gewigten ſtaan in de omgekeerde reden hunner afſtanden.

punt afſtaan, en volgens een regtdraats ſtrydige Loopſtreek werken.

3. Dat twee ongelyke Gewigten van wederzyden dezelfde kragt oeffenen, en dus in Evenwigt blyven, als hun afſtanden van het Steunpunt tot elkander ſtaan in de omgekeerde Reden van hun Zwaartens.

Deeze drie Voorſtellen zullen door middel van Proefneemingen nader opgehelderd en zigtbaar gemaakt worden.

EERSTE PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Werktuig tot de Proeven met den Hefboom. *Pl. I. Fig. 7.*

Figuur 7, verbeeldt een regtſtandig Vlak, Loodregt op een Voetſtuk ſtaande, en in zyn midden met een doorgaande Sleuf HI geopend. K is een zoort van Beugel dien men door middel van een Staartſchroef, welke door de Sleuf heen ſteekt, en van agter, aan den anderen kant van 't Vlak, met een Moertje aangeſchroefd wordt, overal, op welke plaats van de Sleuf men wil, kan vaſt zetten. LM is een Metaalen Bosje, 't welk op twee Spilletjes in den Beugel

draait

draait, daar men den Hefboom N O door heen steekt, die 'er in geklemd, en op zulk een plaats van zyn langte, als men verkiest, vastgehouden wordt. Op deeze wys kan men het vast Punt, het Punt van Beweeging, niet alleen op 't regtstandig Vlak, maar ook op den Hefboom zelven van stand en plaats doen veranderen. De twee uiteinden van den Hefboom zyn doorboord, om 'er Gewigtjes aan te kunnen hangen, die weder elk van onderen met een Ringetje voorzien zyn, om 'er weer anderen aan te haaken. P is een stukje Tegenwigt, dat men aan den Hefboom rygt, en 'er op de behoorlyke plaats aan vast maakt, om hem in Evenwigt met zig zelven te doen blyven, en zyn één end even zwaar als 't ander te houden als men 't *Steunpunt* niet in 't juiste midden plaatst van zyn langte. Q is een Katrolschyfje, op zyn As ongemeen ligt beweegbaar, wiens beugeltje, dat Vorksgewys gemaakt is, men boven op den rand van 't Vlak, en op welke plaats men daar wil, vastzet. Om 't Schyfje loopt een Koord, IX. Les. I. Afdeel.

IX. LES. I. AFDEEL.

waar aan de eene zyde een Gewigt, en aan de andere een Haak hangt, die den Hefboom vat en ophoudt in gevallen wanneer het vaſt Punt aan een van deszelfs uiteinden geplaatſt is.

Met dit Werktuig, op zulk eene wyze toegeſteld, kan men de Proefneemingen doen met allerhande Hefboomen van alle drie de Zoorten, en derzelver byzondere geſtaltens, de Beweegkragt en den Weêrſtand naar welgevallen veranderen, en niet alleen derzelver afſtanden van het Steunpunt, maar ook derzelver Zwaartens en volle kragt van Werking op alle mogelyk verſchillende wyzen neemen: en door middel van het Tegenwigt P maakt men den Hefboom altyd tot een Wiskonſtenaars Lyn, onbuigbaar, en als zonder eenige eigen Zwaarte.

Dit Werktuig nu, gelyk we veronderſtellen, genoegzaam beſchreeven en begreepen zynde, zullen wy hetzelve in onze Plaaten niet telkens wederom vertoonen, maar yder Proefneeming enkel met Lynen afbeelden, om in onze Opholderingen alles

wat

wat eenigermaate vreemd is en tot het onderwerp eigentlyk niets doet, voorby te gaan, en de Aandagt van den Leezer alleen met het stuk, daar we van spreeken, bezig te houden. IX. LES. I. AFDEEL.

Wanneer men derhalven den Hefboom op zulk eene wyze gesteld heeft, dat deszelfs vast Punt, het Steun of Beweegpunt, zig tusschen de twee Gewigten bevindt, gelyk in *Figuur* 8 te zien is, kan men deeze volgende Uitwerkzels opmerken. PL. 1. *Fig.* 8.

Uitwerkzels.

1, Indien het vast Punt in *a*, dat is, in 't juiste midden van den Hefboom is, en denzelven dus in twee gelyke armen verdeelt, zal een Beweegkragt van één Pond een Weêrstand van dezelfde zwaarte, van een Pond, ophouden. Proeven met den Hefboom van de Eerste Zoort.

2. Zo het vast Punt in *b* geplaatst wordt, is de arm, daar de Beweegkragt op werkt, *bp* naamelyk, eens zoo lang als die van den Weêrstand, of *br*; en zal één pond Gewigts in P twee Ponden in R ophouden.

 3. Plaatst

IX. LES. I. Afdeel.

3. Plaatst men het vast Punt in *c*, dan is de arm *cp* driemaal zoo lang als de arm *cr*, en zal hetzelfde Gewigt van één Pond in P nu drie Ponden, in R hangende, ophouden.

II. Proefneeming.

Toestel.

Pl. 1 Fig. 9.

Men moet het Werktuig, dat wy zoo aanstonds beschreeven hebben, op zulk eene wyze stellen, dat het vast Punt zig aan één der uiteinden van den Hefboom bevinde, en dat men den Ring of Haak, daar de Hefboom in gevat wordt, door de Beweegkragt P opgehouden, plaatzen kan eerst op den Stip 2, en naderhand op 1: gelyk in *Figuur* 9 staat afgebeeld.

Uitwerkzels.

Proeven met Hefboomen van de Tweede en Derde Zoort.

In het eerste geval maakt R, die één Pond weegt, Evenwigt met P, wiens zwaarte $1\frac{1}{2}$ Pond is. In het tweede geval moet men, om het Evenwigt te krygen, aan de twee Gewigten een evenredigheid geeven als van

3 tot

3 tot 1; dat is, het één driemaal zwaarder dan 't ander maaken. Het gewigt P, dat slegts ééne Langte-wegs van het Steunpunt af staat, moet 3 Pond weegen, terwyl het ander R, dat op den derden afstand is, 'er maar één weegen moet.

IX. LES. I. AFDEEL.

Deeze Hefboom, die eigentlyk een van de Derde Zoort is, (want wy merken het Gewigt P als de Beweegkragt, en R als den Weêrstand aan.) Kan ook even gevoeglyk dien van de Tweede Zoort verbeelden, indien men slegts de naamen van Beweegkragt en Weêrstand verwisselt, en P Weêrstand, R Beweegkragt noemt.

Opbelderingen.

De Grondbeginzels, die we vooraf gestaafd hebben, maaken, dat 'er tot nader Opheldering der Uitwerkzels, in deeze twee eerste Proefneemingen gezien, zeer weinig te verklaaren valt. Men kent de werking of kragt van een Lighaam uit de hoeveelheid van Beweeging, die het heeft of hebben zou,

De Inhoud met de Snelheid vermenigvuldigd, maakt in de Hefboomen het Evenwigt.

IX. LES. I. AFDEEL.

indien 't niet tegengehouden werde; en om die hoeveelheid van Beweeging te vinden vermenigvuldigt men den Inhoud van 't Ligchaam met deszelfs Snelheid. Aan een en denzelfden Hefboom kunnen de Beweegkragt en de Weêrstand zig niet beweegen, dan beide te gelyk, even lang en op denzelfden tyd. Haare Snelheden derhalven, dat is die Snelheden, die ze bezitten of bezitten zouden, indien 'er werkelyk beweeging plaats hadt, kunnen van elkanderen niet verschillen dan alleen in de Ruimte en Weg, dien de een korter, de ander langer, in den zelfden tyd heeft afgeloopen. Ziet men dan dat op een Waterpas gestelden Hefboon, die door 't Steunpunt in twee gelyke Armen verdeeld wordt, één Pond Gewigts met één Pond Evenwigt maakt, gelyk in 't eerste Uitwerkzel van de Eerste Proefneeming bleek, zulks komt daar van daan, dat die Hefboom zig niet beweegen kan, zonder dat de twee Gewigten gelyke Boogen beschryven, gelyke Wegen afloopen in een en denzelfden tyd; of, 't geen op hetzelfde uitkomt,

komt, zonder dat ze met gelyke Snelheden bewoogen worden. Die gelykheid van Snelheden, en gelykheid van Inhoud, daar ze beide van weerskanten meê voorzien zyn, brengen gelyke werkingen of kragten voort, die, dewyl ze regtdraads tegen elkander werken, elkander ook onderling vernietigen en dooden. En dit is 't juist, 't geen men Evenwigt maaken noemt. IX. LES. I. AFDEEL.

In het tweede Uitwerkzel ziet men een Pond, dat 'er twee ophoudt; om dat het, naamelyk, op zulk een wys geplaatst is, dat het tweemaal meer Snelheid zou hebben, dan dat Gewigt van twee Ponden, daar het tegen over staat. De Inhoud als van 1 met 2 Snelheden vermenigvuldigd, staat gelyk met 1 Snelheid vermenigvuldigd met 2 Inhouden; dewyl ze beiden, de een zoo wel als de ander, 2 uitmaaken. Deeze berekening zal men met weinig moeite ook op de andere Uitwerkzels kunnen toepassen (*).

Be-

(*) [De Kragten of Werkingen, naamelyk, die de Beweegkragten en Weêrstanden op den Hefboom doen,

IX LES. I. AFDEEL.

Besluit.

Bekend Voorstel van *Archimedes*.

Dewyl een Beweegkragt, door middel van een Hefboom werkende, hoe langs hoe meer in kragt toeneemt; naar maate zy verdoen, zyn als derzelver Hoeveelheden van Beweeging. De Hoeveelheid van Beweeging is de Inhoud vermenigvuldigd met de Snelheid. De Snelheden, dewyl de tyden gelyk zyn, zyn als de Boogen of afgeloopen Wegen. Deeze zyn als derzelver halve Middellynen, dat is, de afstanden van 't Steunpunt. Om derhalven de Kragt en Werkingen der Beweegkragten en Weerstanden te kennen, heeft men slegts derzelver Inhoud te vermenigvuldigen met hun afstanden van 't Steunpunt. Als de uitkomsten deezer berekening van weêrszyden aan elkaar gelyk zyn, maaken ze Evenwigt. Laat ons dit door de voorbeelden van de I en II Proefneemingen kortelyk ophelderen.

PL 1. Fig. 8.

I *Proefn.* 1 Geval, als *a* 't Steunpunt is. De afstand *ap* is gelyk aan den afstand *ar*, en 't Gewigt P gelyk aan 't Gewigt R. Dus zyn de afstanden en Inhouden, en bygevolg de hoeveelheden van Beweeging, wederzyds gelyk, 't geen Evenwigt maakt. Want 1x1 = 1x1. (*).

2 Geval: *b* het Steunpunt. *bp* of 2 afstanden vermenig-

(*) x betekent vermenigvuldigd, = is, of staat gelyk, —, als $\frac{3}{2}$, gedeeld, 3 gedeeld door 2. Bb is hetzelfde als Bxb, of B vermenigvuldigd met b.

verder van het Steunpunt verwyderd is, gelyk men uit de voorgaande Proefneemingen heeft kunnen zien, zo mag men 'er dit Besluit uit trekken, dat een zeer geringe Beweegkragt door middel van een genoegzaam langen IX LES. I. AFDEEL.

nigvuldigd met P een Pond zwaar, dat is 2, staat gelyk met *br* 1 afstand, vermenigvuldigd met R, 2 Ponden, dewyl het ook 2 uitmaakt. 2x1 = 1x2.

3 Geval, *c* Steunpunt. *cp* 3 afstanden x met P. 1. is gelyk aan *cr* 1 Afstand x met R 3 Ponden. 3x1 = 1x3.

II *Proefn.* 1 Geval. P op 2 Werkende. 2 Afstanden met $1\frac{1}{2}$ Pond gewigt, 't welk P weegt, is gelyk aan 3 Afstanden met R van 1 Pond vermenigvuldigd. $2x1\frac{1}{2}$ = 3x1. *PL.* I. *Fig.* 9.

2 Geval. P op 1. 1 Afstand x met 3 Pond, als P nu weegen moet, staat gelyk met 3 Afstanden met R 1 Pond vermenigvuldigd. want 1x3 = 3x1.

De Algemeene Regel is derhalven, dat 'er Evenwigt is, als de Inhouden met hun Afstanden vermenigvuldigd, van weêrszyden gelyk zyn: hier uit kan men gemakkelyk de byzondere regelen afleiden, om, wanneer een der vier onbekend is, dezelve uit de Bekende te vinden. Wy zullen, kortheids halven, de Beweegkragt door de Letter B, derzelver afstand van 't Steunpunt door *b*, den Weêrstand door W, en deszelfs afstand door *w* betekenen. De algemeene Regel van 't Evenwigt, dus uitgedrukt, is derhalven Bb = Ww. Bygevolg W, *w*, en *b* bekend zynde, om B te vinden, moet men W *w* ver-

IX. LES. I. AFDEEL.

gen Hefboom een andere kragt, die oneindigmaal grooter is, in Evenwigt houden of over-

verdeelen door *b*, dat is, den Wederstand en deszelfs afstand van 't Steunpunt met malkander vermenigvuldigd, verdeelen door den afstand van de Beweegkragt. Want B b = W w geeft B = $\frac{W w}{b}$. Even als, by voorbeeld, $3x4 = 2x6$ geeft $3 = \frac{2x6}{4}$. Want 12 is = aan 12 en 3 = aan 12 gedeeld door 4.

W, w, B bekend, om b te vinden: W w gedeeld door B. Want B b = W w geeft b = $\frac{W w}{B}$ of $4 = \frac{2x6}{3}$.

B, b, w bekend, om W te vinden: B b gedeeld door W. Want $\frac{B b}{w} = W$. of $\frac{3x4}{6} = 2$.

B, b, w bekend, om W te vinden; Bb gedeeld door W. Want $\frac{B b}{w} = W$. of $\frac{3x4}{2} = 6$.

Als men de twee Kragten, B en W, alleen kent, moet men, om te weeten waar men 't Steunpunt zetten moet, om Evenwigt te maaken, het grootste deelen door het kleinste, en den afstand van dit kleinste zoo veel maalen langer neemen als het ander grooter is dan dit. By voorbeeld: 3 gedeeld door 2, toont dat B $1\frac{1}{2}$ grooter is dan W; ik moet derhalven den afstand van W $1\frac{1}{2}$ langer maaken dan dien van B; en bygevolg, zo ik B een arm als van 4 deelen geef; aan W, 4 en de helft van 4 dat is 2, of 6 deelen geeven. Want $3x4 = 2x6$. Of, wil men eenigzins klaarder voorbeeld. Laat B 9 Pond,

W 3

overwinnen kan. *Archimedes* hadt derhalven geen ongelyk, toen hy zeide, dat hy de gansche Aarde zou opligten, zo men hem slegts een vast punt, buiten dezelve en 'er gansche- lyk IX. LES. I. AFDEEL.

W, 3 Pond weegen: 9 gedeeld door 3 geeft 3. Ik kan derhalven B een afstand geeven van 1 en W van 3: van 2 en 6: van 3 en 9, en zoo vervolgens. Want 9x1 = 3x3. 9x2 = 3x6. 9x3 = 3x9, &c.

Uit deeze twee Proefneemingen worden ook de drie algemeene Voorstellen, daar de Heer NOLLET bladz. 31 van sprak, duidelyk opgehelderd. PL. I. Fig. 8.

1. *Het verder Afstand van 't Steunpunt het grooter kragt.* De Beweegkragt P, die, als het Steunpunt in *a* is, de kragt van 1 Pond heeft, doet, als 't in *b* is, een kragt als van 2 Ponden; en, 't Steunpunt in *c* zynde, als van 3 Ponden.

2. *Gelyke Gewigten maaken op gelyken afstand Evenwigt.* Want als *a*, juist in 't midden, Steunpunt is, hangen de gelyke Gewigten P en R in Evenwigt.

3. *Ongelyke Gewigten staan in de omgekeerde reden hunner Afstanden.* P staat tot R als r b tot b p; of r c tot c p, dat is P 1 Pond tot R 2 Pond als 1 afstand tot 2 afstanden. 1 Pond tot 3 Pond, als 1 afstand tot 3 afstanden. Met de twee andere Zoorten van Hefboomen in Fig. 9, is het, gelyk yder merken kan, even eens gelegen.

Zoo dra men nu het Evenwigt van de Beweegkragt en den Weerstand kent, weet men dat 'er aan den kant van de Beweegkragt slegts een weinig kragts meer behoeft bygedaan en aangewend te worden, om te kunnen werken, den Weêrstand te overwinnen, 't Gewigt, Pak, &c. op te ligten, te verplaatzen.

IX. LES. I. AFDEEL.

lyk van afgescheiden, kon aanwyzen, om'er zyn Steunpunt van te maaken. Want indien hy op dat Steunpunt een Hefboom geplaatst hadt, wiens arm naar den kant van de Beweegkragt, den anderen arm, daar hy den Aardbol aan vast zou gemaakt hebben, zoo veel of wat meer in langte te boven ging, als het Gewigt van onze geheele Aarde de kragt, die een Mensch doen kan, overtreft, kan men uit de voorheen gestaafde Grondbeginzels ligtelyk afleiden, dat hy in staat zou geweest zyn om zyn belofte te volbrengen: by wyze van Betooging naamelyk, gelyk men van zelfs begrypt. Want het is zeer onnoodig, dat ik den Leezer waarschuw, dat de Hefboom, daar hy zig tot het verrigten van dergelyk een Werkstuk zou hebben moeten bedienen, niets anders is, en nooit iets anders zyn zal, dan een enkele Harssenschim, zoo wel als het vast punt buiten de Aarde, dat hy tot zyn Steunpunt begeerde. (*).

Ge-

(*) [De Betooging is gemakkelyk. Zoo dra men de Zwaarte der Aarde kent, de langte van dien arm

IX. LES. I. AFDEEL.

Gevolgen.

Menigvuldig gebruik van den Hefboom.

De Hefboomen zyn van zoo algemeen en menigvuldig een gebruik, niet alleen in de Konsten, maar zelfs in 't Burgerlyk Leeven, en 't Beweegkonstig gestel der Natuur, dat men ze, zo men slegts de minste opmerking heeft op 't geen men dagelyks ziet, genoegzaam overal ontmoet. Wy zullen ons slegts tot eenige weinige Voorbeelden bepaalen, om ons niet met een al te breedvoerige en noodelooze optelling en beschryving op te houden.

De Koevoet.

De Timmerlieden, Metzelaars, en andere

arm van den Hefboom, daar Archimedes dezelve aan vast zou maaken, en de kragt die hy doen kon met zyn Lighaam; heeft men de twee eerste slegts met malkander te vermenigvuldigen en te deelen door het laatste; daar door krygt men de langte van den anderen arm des Hefbooms en bygevolg het Evenwigt. Want, gelyk voorheen, W, w, B, bekend zynde is $b = \frac{W\,w}{B}$. De Nederduitsche Leezer kan het kortelyk by den Heer MUSSCHENBROEK in zyn *Natuurkunde* bladz. 147: en omstandiger by den Heer DESAGULIERS bladz. 52, uitgerekend vinden.]

IX. LES. I. AFDEEL.

re Werklieden, die zomtyds groote Steenen of zwaare ſtukken Houts vertillen en verzetten moeten, maaken zeer dikwils gebruik van een tamelyk lange Yzeren Staaf, genoegzaam geheel rond, en aan 't één einde een weinig geboogen als met een elleboog en plat gemaakt. Van dit werktuig, doorgaans een *Koevoet* genaamd, bedient men zig inzonderheid op deeze tweederleye wys. Zomtyds het platte end, dat men de *Klaauw* of den *Voet* noemt, tusſchen het Stuk, dat men beweegen wil, en den grond, daar 't op ruſt, inſteekende, doet men den Elleboog A op eenig hard Lighaam draagen; men drukt vervolgens op het ander end van de Staaf, en dwingt het naar beneden, en ligt dus het Stuk op; wel niet zeer hoog, om de waarheid te zeggen, maar egter hoog genoeg om 'er een Touw, een Rol, of iets dergelyks onder te kunnen ſteeken, 't geen meeſtentyds alles is wat men bedoelt. In andere gevallen ſteekt men den platten voet een weinig dieper onder 't Stuk dat men verzetten of verſchuiven wil, en dan den ſteel

Pl. 2. Fig. 10.

aan

aan 't ander end opligtende en om hoog drukkende, doet men de Kragt tegen het gedeelte C, dat op den steel rust, werken. IX. LES. I. AFDEEL.

De Koevoet is, gelyk men ziet, niets anders dan een Hefboom, en wel van de Eerste Zoort, als men 'er zig op die wys, gelyk wy in 't eerste Geval gezegd hebben, van bedient: want dan bevindt zig het punt A of Elleboog, dat het Steunpunt is, tusschen den Weerstand en de Beweegkragt. In 't laatste Geval is hy een Hefboom van de Tweede Zoort; dewyl de Weerstand hier geschiedt in het punt C, dat tusschen de Beweegkragt is en tusschen het uiteind van den platten voet, dat op den grond, als zyn Steunpunt, draagt (*).

De-

(*) [Men ziet ook klaar de uitwerking van dit onderscheid: want in 't eerste Geval, *Fig.* 10, is zeer weinig Kragt genoegzaam, om een zeer zwaaren Steen, Balk of andere Last, een weinig op te beuren; in het tweede Geval, *Fig.* 11, wordt ongelyk meer Kragt vereischt, en zo veel meer, als men de Koevoet, of eenig ander Werktuig, verder onder het Lighaam steekt; zo dat men ze dikwils genoodzaakt is terug te haalen, doch dan is ook de uitwerking in 't opligten kleinder: want hoe langer de Arm is van de

IX. LES. I. Afdeel. Dewyl men zig van dit Werktuig doorgaans inzonderheid bedient, om zeer zwaare Stukken op te ligten of te verzetten, is het gedeelte van den Elleboog, dat tot een Steunpunt gebruikt wordt, of daar de kragt van den Weerſtand op geſchiedt, altyd zeer ver van 't ander end van de Staaf, dat men in de hand neemt; daar door ſtaat de Beweegkragt altyd merkelyk verder van het Steunpunt, dan de Weerſtand 'er van af ſtaat, en heeft, door dien ſtand, op denzelven een zeer groot voordeel.

De Riemen. De Riemen der Schuitevoerders en Zeelieden zyn Hefboomen van de tweede Zoort, wier eene end tegen het Water, als het Steunpunt, ſlaat en drukt, terwyl de Beweegkragt, aan 't ander end van de Riem geplaatſt, met haar pogingen werkt op dat gedeelte van de Schuit, daar de Riem aan dezelve vaſt is

de Hand tot aan C, hoe gemakkelyker men werkt, om dat de Kragt zo veel ten opzigt van den Weerſtand toeneemt: te meer daar de andere Arm, van C tot aan den Grond, tevens korter wordt, 't welk den boog B*b*, of den Weg dien 't Lighaam opryſt, verkleint. Vergelyk *Fig.* 4 en 6, omgekeerd. H.]

is. Dat punt, 't welk het punt van weêrstand is, verdeelt de gansche langte van de Riem in twee Deelen, wier een het Water slaat, terwyl het ander door de armen van den Roeier in beweeging gebragt wordt. Het zou buiten twyffel merkelyk voordeel geeven, dat men die beide gedeeltens van de Riem zeer lang maakte: het eerste gedeelte, om dat men 'er dan een vry grooter vak Waters meê zou kunnen treffen, en het Steunpunt dus merkelyk vaster en minder beweegbaar maaken: het ander, om dat men daar door een grooter afstand zou krygen tusschen de Beweegkragt en het Steunpunt. Maar daar zyn ook Inzigten, waar men aan den anderen kant op te letten heeft, en die naar verschil van omstandigheden vereisschen, dat men zig aan een zekere langte en maat houde.

IX. LES. I. AFDEEL.

Men kan de Riemen, naamelyk, naar dat end daar de Beweegkragt werkt, te weeten binnensboords, niet verlangen, zonder dat men de Beweeging, die 'er zou moeten geschieden, veel grooter doet worden. De Beweeging, die één Mensch met zyn Lighaam

IX. Les. I. Afdeel.

maaken kan, is binnen een zekere uitgestrektheid van plaats bepaald: zoo dra hy daar buiten gaan wilde, zoude hy zig te zeer afmatten. Men ziet 'er een duidelyk blyk van, in 't roeien der Galeiboeven, als zy met hun Vieren of Vyven aan éénе Riem ſtaan. Zy, die aan 't uiteinde van de Riem geplaatſt zyn, ſchoon men 'er doorgaans de ſterkſte Kaerels toe neemt, kunnen zoo geweldig eene Beweeging ter naauwer nood eenige weinige jaaren uithouden: in kleindere Schuitjes daarenboven, waar in één Menſch met twee Riemen roeit, is die langte ook nog bepaald door de kleine tuſſchenwydte, die 'er is van het eene boord tot het ander: want de Roeier, die in 't midden zit, is de Beweegkragt, die beide de Riemen moet doen werken; en kan zig van 't eene boord niet verwyderen, zonder het ander te naderen, en bygevolg aan de eene Riem te verliezen, 't geen hy winnen zou aan de andere.

Riemen, die, naar de zyde van 't Water grootelyks verlangd zynde, ver buiten boord uitſlaan, vereiſſchen een ruim onbelemmerd Vaar-

wa-

water. Men zou 'er zig in naauwe Graften of Vaarten en op kleine Rivieren niet wel van bedienen kunnen, noch op Waters, die veel bogten en inhammen hebben, of met eilandjes, rotzen en ondieptens bezet zyn; nog zelfs op Reëen en in Havens daar veel Scheepvaart is, om de menigte van Vaartuigen en belemmeringen, die men daar doorgaans ontmoet. Om deeze en dergelyke redenen is 't ook buiten twyffel, dat men Verschillende Zoorten van Riemen gebruikt, en dezelve van gestalte en langtens verandert, naar de verscheiden omstandigheden der plaatzen, en de verschillende wyzen, waar op men 'er zig van bedienen wil.

IX. Les. I. Afdeel.

Snymessen.

Een Vast Snymes is ook een Hefboom van de tweede Zoort. Want met het eene end op een Tafel vastgemaakt, en daar om een vast punt, 't welk zyn Steunpunt is, draaiende, drukt men 't met de hand, die het slegts gevat heeft, tegen een Brood, dat men 'er meê doorsnyt.

Ophaalbruggen en Wippen.

De Wip en de Ophaalbrug is een Hefboom van de eerste Zoort. Men zal 'er zig ligte-

 lyk

IX. LES. I. AFDEEL.

lyk een denkbeeld van kunnen maaken, als men zig het *Wippen* der Jongens herinnert. Een lange Balk of Spar ſteunt in 't midden op iets dat hooger is dan de grond; de Jongens, die op de beide uiteinden zitten, doen elkander beurtelings in de hoogte ryzen, en opwippen, als de één, door den grond met zyn Voet of anderzins te ſtooten, dien Arm van den Hefboom, daar hy op zit, van een gedeelte van de zwaarte zyns Lighaams ontlaſt, en denzelven daar door ligter dan den anderen Arm maakt.

Schaaren Nyptangen, en allerhande Tangen.

De Schaaren, Nyptangen, en allerhande Zoorten van grooter en kleinder Tangen en Nypertjes zyn alle niets anders dan Hefboomen, by paaren aan elkander gekoppeld. De Kragt, die men 'er met de hand of vingers, daar men de twee Armen meê beſtiert, aan doet, moet men als de Beweegkragt aanmerken; den Nagel, het Pennetje, of iets dergelyks dat hun aan elkanderen hegt, als het Vaſte Steunpunt, aan beide de Hefboomen gemeen; en alles wat men 'er meê ſnydt of vat als den Weêrſtand.

On-

Onder deeze Zoorten van Werktuigen zyn 'er zommige, die gefchikt zyn om 'er zeer groote kragt meê te doen, gelyk de groote Metaal of Koperfchaaren, by voorbeeld, daar de Blikflagers en Koperflagers gewoon zyn hun Metaal meê te fnyden. Deeze hebben zeer lange Armen in vergelyking van de fnydende ftukken, die men de Meffen of Bladen noemt. Op die wys wordt de Beweegkragt, die dus met een zeer langen Arm van den Hefboom werkt, in ftaat gefteld om een geweldigen Weêrftand te kunnen overwinnen. Om een regt ftrydige reden gefchiedt in de gemeene Haardtangen en in die kleinder Zoort van Tangetjes, welke men *Handtangetjes* zou mogen noemen, en daar men geen andere kragt meê te doen heeft, dan flegts eenige ligte Vuurkooltjes te vatten en over te brengen, die ganfche Weêrftand aan de uiteinden van twee lange Armen, die Hefboomen zyn van de Derde Zoort. De plaats daar ze met een Nagel, Scharnier, of zwakke Veer aaneengekoppeld zyn, is het Steunpunt: de Hand, die hen

IX. LES. I. AFDEEL.

Badines

IX. LES. I. AFDEEL.

beweegt en werken doet, de Beweeg. kragt.

De Schaaren, die men tot Knippen gebruikt, zyn doorgaans lang van Armen, en kort van bladen. Niet juist om dat men veel kragts noodig heeft om een dun Papier of iets dergelyks door te snyden: maar op dat de Schaar, dewyl men in 't uitknippen zomtyds eenige gedeeltens myden en in hun geheel bewaaren moet, zoo geschikt zou zyn, dat men ze op 't oogenblik als men wil stil houden en de Snede stuiten kan. En dit kan zeer gemakkelyk geschieden, als de Beweeging der Vingers, die de Armen bestieren, merkelyk ruimer is en grooter van uitgestrektheid dan die der Bladen.

De Leden der Dieren.

De Vingers, eindelyk, de Armen en Beenen der Dieren, zyn ook Hefboomen of Zamenkoppelingen van Hefboomen, door wier middel de kragt der Spieren op de gevoeglykste en voordeeligste wys werken kan, 't zy om het Lighaam van plaats te doen veranderen, 't zy om van alles wat hetzelve nuttig is of noodig gebruik te maaken, of 't

geen

geen ſchadelyk zyn zou af te weeren. Een beroemd Schryver heeft alles wat 'er in dat wonderbaar Beweegkonſtig geſtel 't merkwaardigſt is, breedvoerig ſtuk voor ſtuk in een Werk met voordagt ten dien einde geſchreeven aangetoond: die eenigen ſmaak in de *Ontleedkunde* heeft, zal 'er zig naar zyn genoegen uit voldoen kunnen (*).

IX. LES. I. AFDEEL.

Borelli de motu Animalium

Anatomie

In

(*) [Ik zal hier nog kortelyk eenige voorbeelden opnoemen van dagelyks voorkomende Hefboomen.

De Helmſtok van een Roer, de gemeene Kaarsſnuiter, een Buigtang, Handſpaaken daar men een Windaas, Rad of Spil meê omwindt, een Horlogie Sleuteltje, verſcheide Zoorten van Greepen of Werktuigen die men gebruikt om Schroeven los te draaien, en alle andere dingen van dergelyken aart en Werking, zyn Hefboomen van de Eerſte Zoort. De As van de Spil, en 't Vierkant Staafje, van de Schroef, is in de drie laatſte voorbeelden het Steunpunt daar ze omdraaien, derzelver halve Middellyn kan men voor den Arm neemen daar de Weerſtand geſchiedt, terwyl men de andere halve Middellyn of Arm, daar de Kragt op werkt, door de ſtraksgemelde Werktuigen verlangt.

Tabakkervers, Snymeſſen daar Apothekers en Drogiſten kunne Kruiden meê kerven, het Werktuig waar mee men Stroo kort en klein ſnyt; een Deur, een Hek, een Venſter, die op hun Hengzels als Steunpunten draaien, alles wat met Scharnieren zig

 ſluit

IX. LES. I. AFDEEL. Schuinze Kragten aan den Hefboom.

In de twee Eerste Proefneemingen, waarin wy den Hefboom Waterpas geplaatst veronderstelden, hebben wy voor de Beweegkragt en voor den Weêrstand zwaare Lighaamen of Gewigten gebruikt, die volgens de Beweegstreek der Loodlyn werkten, dat is volgens het beloop van Lynen, die, op 't oogenblik dat de Kragten begonnen te werken, een regten Hoek maakten met den Hefboom. Maar nu kan het gebeuren, en het gebeurt ook inderdaad zeer dikwils, zoo door de plaatzing van den Hefboom zelven, als door den aart der Kragten, die men 'er aan gebruikt, dat derzelver Werkingen op een

sluit en opent, een Nootekraaker, een Kruiwagen, zyn Hefboomen van de Tweede Zoort. Een Blaasbalg, die zyn Beweeg- en Steunpunt aan den Zamenloop der borden op 't boveneind van de Pyp heeft, terwyl de kragt aan de handvatten werkt, en de Lugt van binnen den Weerstand maakt, is een dubbelde Hefboom van denzelfden aart. Het Roer van een Schip met zyn Roerpen of Helmstok t'zamen genomen, behoort ook tot deeze Zoort. Het Water is het Steunpunt, 't Schip zelf, dat gestuurd wordt, de Weerstand die verplaatst moet worden, even gelyk voorheen van de Riemen gezegd is.

De

een schuinze wys geschieden: en dewyl in 't algemeen alle Kragt, die schuins werkt, minder vermogen heeft en Uitwerkzels, dan eene wier Werking regtstreeks geschiedt, is het zeker de moeite wel waardig dat men weete, wat men van die schuinsheid in 't gebruik der Hefboomen te wagten heeft.

IX. Les. I. Afdeel.

Tweederlei Gevallen.

Wanneer de Beweegstreeken of Lynen, volgens welke de Beweegkragt en de Weerstand verondersteld worden te werken, schuins op den Hefboom staan, en met den zelven, in zyn langte genomen, een Scherpen of Stompen Hoek maaken, kunnen 'er deeze twee gevallen plaats hebben. Die beide Kragten, de Beweegkragt naamelyk en de Weer-

De Droog en Schaapscheerders Schaaren, van agteren met een Veerbeugel voorzien; de Treën van Draaibanken, Slypsteenen, Spinnewielen, zyn Hefboomen van de Derde Zoort; gelyk ook de Spieren waar door de verscheiden Leden des Lighaams in beweeging gebragt worden en hunne Werkingen verrigten. De Leezer kan over derzelver aart en Werking naarzien het breedvoerig uittrekzel uit den Heer Borelli, by den Hr. Desaguliers in zyn Natuurkunde. I. Deel. bladz. 124.

IX. LES. I. AFDEEL.

Weerſtand, kunnen evenwydig aan elkanderen loopen en beide even ſchuins en met een gelyken Hoek op den Hefboom ſtaan; of ook kan 't gebeuren, dat ze, niet evenwydig zynde, min of meer ſchuins loopen, en de eene een grooter of een kleinder Hoek met den Hefboom maakt, dan de andere. Zie hier wat in deeze twee Gevallen inzonderheid opgemerkt en geweten dient te worden.

De Loodregtwerkende Kragt is de ſterkſte.

1. Een Vermogen, 't zy Beweegkragt, 't zy Weêrſtand, doet dan de allergrootſte kragt, die het ooit zou kunnen doen, wanneer deszelfs Beweegſtreek Loodregt ſtaat op den Arm van den Hefboom, aan wiens uiteind het werkt. Dus zou het Gewigt B in *Figuur* 12 niet meer in ſtaat zyn om het Gewigt A, dat aan 't ander end van den Hefboom hangt, te evenaaren en op te houden, indien het, in plaats van volgens de Loodregte Streeklyn *b*B te Weegen, ſchuins volgens de Beweegſtreek *b*E of *b*D op den Hefboom werkte.

PL. 2. *Fig.* 12.

Evenwydig werkende

2. Twee Kragten, die aan de Armen van één en denzelfden Hefboom, de ééne aan dee-

deeze, de andere aan geene zyde, tegen elkanderen aan werken, behouden dezelfde evenredigheid van Kragt tot malkander, wanneer derzelver Streeklynen van Loodregt, gelyk ze waren, even schuins worden, en beide een gelyken Hoek met den Hefboom beginnen te maaken. Ik wil zeggen, dat indien de Gewigten P en R, by voorbeeld, in *Figuur* 13, Evenwigt met malkanderen maaken, dat Evenwigt tusschen hen stand zal houden, schoon hun Loodregte Streeklynen veranderd worden in schuinze als *ap*, en *br*, zo die twee Lynen slegts, gelyk hier, evenwydig aan elkander blyven, en beide gelyke Hoeken met den Hefboom *ab* maaken.

IX. LES. I. AFDEEL.

Kragten blyven elkaâr gelyk.

PL. 2. *Fig.* 13.

3. Indien deeze Beweegstreeken in schuinsheid verschillen, zoo dat ééne van de twee, niet langer evenwydig aan haar Tegenparty, met den Arm van den Hefboom een grooter of een kleinder Hoek maakt dan de andere, zal die van de twee, die het allerschuinst loopt en dus een Hoek maakt, die 't meest van een regten verschilt, alle an-

De schuinste Kragt is de zwakste.

IX. LES. 1. AFDEEL. PL. 2. Fig. 14.

andere omſtandigheden gelyk geſteld, de zwakſte zyn, en de minſte Kragt doen. Eene Beweegkragt derhalven, die zoo lang ze volgens de Streeklyn *p* P *Fig.* 14, werkte, pas het Gewigt Q, en niet meer kon ophouden, zou 'er niet langer toe in ſtaat zyn, zoo dra ze van die Lyn afweek: en ze zou 'er hoe langer hoe minder toe in ſtaat worden, naar maate dat zy 'er verder van afweek, door zig in de ſtippen *c*, *d*, *e*, *f*, te plaatzen. Drie Proefneemingen zullen deeze Voorſtellen in nader ligt zetten, en derzelver waarheid oogenſchynlyk doen zien.

III. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Werktuig tot Proeven met Schuinſe kragten. PL. 2. Fig. 15.

Figuur 15 vertoont een gelyk en effen Vlak, dat Loodregt op zyn Voetſteun ſtaat. In F is een Zoort van Beugel vaſt gemaakt, niet ongelyk in zekere opzigten aan dat geen 't welk men het Huisje van een Weegſchaal noemt, en dient om den Hefboom GH op te houden, die 'er op twee Spilletjes vry in draa-

draaien kan. IK is een beweegbaare Regelmaat, die in een Sponning loopende voor en agterwaarts kan verschooven worden, en aan haar een uiteind met een ligt beweegbaar Katrolschyfje voorzien is. Over dit Schyfje laat men een zeer dun Koordje loopen, dat met zyn eene end aan het uiteind H van den Hefboom vast is, en aan het andere met een Haakje gewapend, daar men een Gewigt aan hangt. Door middel van deeze Schyf, en van de Beweegbaare Regelmaat, daar ze aan vast is, kan men de Streeklyn van de Koord, en bygevolg die van de Beweegkragt, welke men 'er aan hangt, naar welgevallen veranderen. IX. LES. I. AFDEEL.

Men brengt eerst de wederzydsche Gewigten, Loodregt aan de Armen van den Hefboom hangende, met malkanderen in Evenwigt; en maakt vervolgens, de Koord over de Schyf slaande, de Streeklyn van één der twee Gewigten schuins; zoo dat ze loope, by voorbeeld, als *a*D of *a*P, in *Figuur* 16. PL. 2. *Fig.* 16.

Uit-

IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Zoo dra de Streeklyn van de Koord niet meer Loodregt op den Hefboom ſtaat, is de Beweegkragt P niet langer in ſtaat om het Gewigt, dat aan den anderen Arm hangt, op te houden; en men kan het Evenwigt niet weder herſtellen, ten zy men de Koord, weêr als vooren, tot de Loodlynſche Beweegſtreek *a* C brenge.

Ophelderingen.

Allé ſchuinſe Kragt is zwakker dan de loodregte.

Als het Gewigt in C is, maakt het met den Weerſtand E Evenwigt, om dat het regtſtreeks tegen denzelven aanwerkt. Want dewyl zyn Streeklyn *a* C Evenwydig is met die van den Weêrſtand *b* E, *is 't even eens* als of deeze twee Kragten regtdraats op ééne en dezelfde Lyn tegen elkander ſtonden. Deeze Hefboom van de Eerſte Zoort, wiens Armen beide even lang zyn, doet niets anders, dan dat hy twee Kragten tegen elkander werken laat. Want zo één van de twee,

E

E by voorbeeld, van dien aart was, dat ze van beneden naar boven werkte, zou men ze in *a* kunnen plaatzen, en hetzelfde Evenwigt zou tusschen haar beiden ſtand houden, indien ſlegts beider Streeklynen regtdraads ſtrydig tegen elkander gekant bleeven. Deeze regtdraads tegen elkaar aanloopende Beweegſtreeken zyn derhalven tot allerley Evenwigt volſtrekt noodzaakelyk: en bygevolg moet, als ééne der twee Kragten met haar Streeklyn Loodregt op één der Armen van den Hefboom ſtaat, ook de andere, om haar gelyk te blyven, alle de andere omſtandigheden de zelfde genomen, zoo wel als zy een Regten Hoek maaken met den anderen Arm van den Hefboom; en zoo dra ze naar den eenen of den anderen kant van die Loodregte Streeklyn afwykt, zwakker beginnen te worden. Als men, by voorbeeld, veronderſtelt, dat de Beweegkragt eens volgens den Loopſtreek van de Lyn *ad* werkte, ziet men ligtelyk, dat het Gewigt E 'er in 't geheel niet door onderſteund en opgehouden worden zou. Het zal 'er derhal-

IX. LES. I. AFDEEL.

IX. LES. I. AFDEEL. halven in 't algemeen altyd te minder door worden opgehouden, naar maate dat de Streeklyn van de Beweegkragt schuinzer staan zal op den Arm van den Hefboom, daar ze meê werkt, of, 't geen 't zelfde is, naar maate dat ze verder van de Lyn *a* C, die Loodregt op dien Hefboom staat, afwykt.

IV. PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 2. Fig. 15. Men plaatst den Hefboom GH, op 't Werktuig in *Figuur* 15. afgebeeld, in een schuinzen stand, dat hy staa by voorbeeld als *bi*, en hangt aan deszelfs beide einden Gewigten die even zwaar zyn.

Uitwerkzels.

Dewyl de Loopstreek, zoo van de Beweegkragt als van den Weerstand, dezelfde is, als die, welke alle zwaare Lighaamen eigen zyn, naamelyk Loodregt nederwaarts, blyft ze van wederzyden gelyk ze te vooren was, en

en evenwydig aan zig zelve: zy maakt met den Hefboom, die met een schuinze helling gesteld is, van weêrskanten gelykvormige Hoeken, als *l*F*i* en *b*F*k*. Deeze gelykvormigheid van Hoeken houdt stand, welk eenen trap van schuinsheid men ook aan den Hefboom geeve, en de twee Gewigten blyven altyd hun Evenwigt behouden. IX. LES. I. AFDEEL.

Opbelderingen.

Toen de Hefboom Waterpas stondt, gelyk GH, was de Loodregte Afstand, waar op de Streeklynen zoo van Beweegkragt als Weerstand zig bevonden, dezelfde als de langte was van de Armen FG en FH, die van weerskanten elkander gelyk en even lang waren. Wanneer men nu den Hefboom schuins stelt, als *bi*, zo wordt die afstand van de Loodregte Streeklyn aan yder Gewigt wel kleinder, en verlieft aan de eene zyde een langte als van H*l*, van de andere als van G*k*; maar die beide langtens, die 'er op de afstanden wederzyds worden afgekort, zyn elkander volkomen gelyk; en bygevolg be- Schuinsheid verandert de evenwydige Kragten niet.

IX. LES. I. AFDEEL. houden ook de overblyvende Stukken van de Armen des Hefbooms *l*F en *k*F dezelfde Evenredigheid tot malkanderen, die ze te vooren hadden. En dit is de reden, waarom de schuinze stelling van den Hefboom geen de minste verandering toe brengt in 't Evenwigt van de twee Gewigten.

V. Proefneeming.

Toestel.

Pl. 2. Fig. 15. Door middel van het Werktuig, daar wy ons in de twee voorgaande Proefneemingen van bedienden, brengt men twee even zwaare Gewigten, aan de Armen van een Waterpas staanden Hefboom, in Evenwigt; vervolgens slaat men de Koord, daar één der Gewigten aanhangt, over het Katrolschyfje K, dat men allenskens wat verder uit schuift, om beurtelings dat Gewigt een Streeklyn te doen hebben, of Beweegstreek, volgens welker leiding het werkt, als *ad* of *af* *Fig.* 17. *Fig. 17.*

Uit-

IX. LES. 1. AFDEEL.

Uitwerkzels.

PL. 1. Fig. 17.

Hoe de Streeklyn der Beweegkragt schuinzer op den Hefboom begint te staan, hoe men meer by derzelver Gewigt P moet by doen, om het met het Gewigt R, dat aan den anderen Arm hangt, in Evenwigt te doen blyven. Indien het dus, by voorbeeld, één Pond woog, toen het als *a* P Loodregt met zyn Streeklyn op den Hefboom stond en met R Evenwigt maakte, moet het anderhalf Pond zwaar zyn, wanneer het een schuinze Streeklyn heeft gelyk *ad*, en drie Pond wanneer het zoo schuins staat als *af*.

Opheldering.

Hoe schuinzer Kragt hoe zwakker.

Dewyl de Kragt en Werking van eenige Beweegkragt de allergrootste is, dieze ooit doen kan, wanneer ze werkt volgens de Streeklyn *a* P, die Loodregt op den Hefboom staat, gelyk wy in de Derde Proefneeming hebben aangetoond; volgt 'er van zelf en onvermydelyk uit, dat ze minder Kragt en Werking moet doen, wanneer men

IX. LES I. AFDEEL.

men ze volgens eenige andere Streeklyn werken laat. Dewyl ze nu, zoo lang ze zig in haar allervoordeeligſten ſtand bevondt, niet meer deedt en doen kon, dan maar even den Weêrſtand opweegen, moet ze 'er aanſtonds te zwak toe worden, zoo dra men haar een ſchuinze Streeklyn als *ad* of *af* geeft. Men is derhalven verpligt, wil men haar het Evenwigt met den Weêrſtand doen behouden, om door een vermeerdering van Gewigt en Inhoud haar die Kragt wederom te vergoeden, die ze verloor door de ſchuinsheid van haar Streeklyn.

Maat van die verzwakking.

Laaten wy, om over dat verlies, dat men vergoeden moet, te kunnen oordeelen, en net te weeten, volgens welken regel en in welke maate een Beweegkragt verzwakt wordt door de verſchillende trappen van ſchuinsheid, die men haar Streeklynen doet aanneemen, die Streeklynen eens den anderen kant heen verlangen, en zoo ver men wil voorttrekken, als *ak*, by voorbeeld, en *ai*. Laaten we ons vervolgens verbeelden, dat de Arm *ao* van den Hefboom op zyn Steun-

punt

punt *c* ronddraaie, en het Cirkelstuk *agbik* beschryve; dan zal 'er elders op dien Arm hier of daar een Punt, als *m* of *n*, gevonden worden, daar die verlangde Streeklyn Loodregt op denzelven valt. In dit Punt derhalven zal de Beweegkragt haar gansch Vermogen en volle Kragt oeffenen: maar dat Punt bevindt zig niet meer, gelyk men ziet, aan 't uitend van den Arm van den Hefboom: het is merkelyk nader by het Steunpunt *c*, met één woord, wanneer de Streeklyn van de Beweegkragt schuins loopt als *ad*, is 't eveneens als of ze Loodregt stond op het Punt *b* van den Hefboom; en wanneer ze langs de Lyn *af* werkt, heeft ze geen meer Kragt, dan ze hebben zou, zo ze op het Punt *e* loodregt werkte. Maar nu verdeelen deeze twee Punten *e* en *b*, gelyk men ziet, deezen Arm van den Hefboom in drie gelyke deelen, en dewyl de andere Arm van dezelfde langte is, moet hy ook drie dergelyke deelen bevatten. Het Gewigt R, dat één Pond weegt, door drie Afstanden van het Steunpunt *c* vermenigvul-

IX. LES. I. AFDEEL.

 digd,

IX Les. I. Afdeel.

digd, geeft 3 voor het Vermogen, dat de Weêrstand oeffent: als we nu een ander Gewigt, dat voor Beweegkragt dienen zal, in *b* ophangen, moet het derhalven één en een half Pond zwaar zyn, die door twee afstanden vermenigvuldigd ook 3 geeven, en dus het Vermogen aan den anderen kant evenaaren: en, zo wy het Gewigt in *e* plaatzen, moeten wy het noodwendig, dewyl het maar één afstand van het Steunpunt *c* afstaat, 3 Pond zwaar maaken, om het Evenwigt met den Weêrstand R te doen hebben.

Algemeene Regel der schuinze Kragten.

Deeze Gewigten van 1½ en van 3 Ponden staan, gelyk men duidelyk merkt, in de omgekeerde reden van derzelver afstanden, waarop men ze van 't Steunpunt *c* geplaatst heeft. Zy hebben ook dezelfde evenredigheid tot elkanderen, die de Lynen *cm* en *cn* tot malkander hebben, als wier eene ook eens zoo groot is, als de andere. En dewyl deeze Lynen de *Hoekmaaten* zyn van de Hoeken *cam* en *can*, kan men alles, wat wy 'er tot nog toe van gezegd hebben, tot deezen eenen algemeenen Regel brengen, en

en besluiten in dit volgende Voorstel. *De Verscheiden Kragten, die een Beweegkragt, volgens Verschillende Streeklynen op de uiteinden van de Armen van een Hefboom werkende, doen kan, staan tot malkanderen, als de Hoekmaaten van de Hoeken, welken die Streeklynen met den Hefboom maaken* (*). IX. LES. I. AFDEEL.

Uit

(*) [Zie het Denkbeeld van een Hoekmaat in de Lyst der Meetkonstenaars Bewoordingen voor het eerste Stukje van 't Eerste Deel.

Volgens deezen algemeenen Regel kan men ook gemakkelyk de grootte en evenredigheid der Kragten in getallen leeren kennen en berekenen, zoo dra men derzelver schuinsheid, of de Hoeken weet, die zy met den Hefboom maaken. Laaten we eens veronderstellen, dat de Hoek *can* is van 41 Graaden en 46 Minuuten; die van *cam* van 19 Graaden en 28 Minuuten. Indien men nu de gewoone Tafelen der Hoekmaaten, Raak- en Snylynen opslaat, vindt men voor den Hoekmaat van *can* (de laatste Talletters, dewyl hier zoo groot een naauwkeurigheid juist niet vereischt wordt, wegwerpende) 666; en voor die van *cam* 333: dat is als 2 en 1. De Hoekmaaten staan derhalven tot elkander als 2 tot 1; en dewyl de Kragten zyn als de Hoekmaaten, ziet men 'er uit dat de Kragt, die de schuinze Streeklyn *ad* doet, eens zoo groot is, als die van *af*; en zo zy derhalven met $1\frac{1}{2}$ Pond Evenwigt maakt, dat *af* 3 Ponden daar toe zal noodig hebben.

 Op

IX. LES. I. AFDEEL.

Uit dit Voorstel blykt ook nader, dat de Kragt, welke een Beweegkragt oeffent, de allergrootste is, die ze immer doen kan, wanneer haar Streeklyn loodregt op den Hefboom staat, gelyk we reeds voorheen gezegd hebben. Want dan maakt ze den regten Hoek P*ac*, wiens Hoekmaat *ac* is, dat is de halve Middellyn des Cirkels, of de geheele Arm zelf van den Hefboom.

Gevolgen.

Kromme Hefboomen, Zwengel, Zwaai.

Menigvuldige Werktuigen en Gereedschappen zyn 'er, tot wier beweeging men zig van den Arm bedient van een Hefboom. Men noemt denzelven, in zulken geval, een Krik, Zwengel, Zwaai, Handvat.

Wel-

Op de zelfde wys vindt men ook ligtelyk het verschil der Kragt tusschen een loodregte en schuinze Streeklynen. De Hoekmaat van een Regten Hoek is de Halve Middellyn zelve. Als men deeze eens op 1000 deelen neemt, staan de Hoekmaaten en bygevolg de Kragten van *a*P, *ad*, *af* tot malkander in de evenredigheid als 1000, 666, 333; dat is, nagenoeg, als 3, 2, 1. Een Pond zal derhalven voor *a*P genoeg zyn om met R Evenwigt te maaken: want 1 Pond met 3 Kragten verme-

Welk eene gedaante men ook aan denzelven geeve, 't zy dat men hem krom maake, gelyk dien, welken de Schaarslypers aan hun Steenen hebben, en men doorgaans aan Spinnewielen ziet, en aan alle Treê raderen in 't algemeen, die men met den Voet draait, (zie *Fig.* 18), 't zy men denzelven de Vorm geeve van een S, gelyk men ze veeltyds aan een Lier of Draaiorgeltje vindt (*Fig.* 19): altyd kan men denzelven aanmerken als den Arm van een ongeboogen en regten Hefboom, in langte gelyk aan de Lyn AB, dat is, den afstand, die 'er is tusschen den Greep B, en het Oog A, 't welk op de ronddraaiende As of Spil steekt.

IX. LES. I. AFDEEL.

Tot regte Hefboomen gebragt.

PL. 2. Fig 18. 19.

In

menigvuldigd is gelyk aan 1½ Pond met 2 Kragten, en 3 Pond met 1 Kragt.

Als men derhalven de Hoeken weet, met welke schuinze Kragten op eenig Werktuig of Lighaam stooten, botzen, werken of daar aan trekken, vindt men dus ligtelyk, wat de eene Kragt meer doet, dan de andere; wat die zelfde Kragten zouden hebben kunnen uitvoeren, zo ze, in plaats van schuins, Loodregt gewerkt hadden; en wat ze nu minder doen.]

IX. LES. I. AFDEEL.

Verfchil van Kragt in derzelver Draay.

In Gevallen daar de Weerftand, dien men overwinnen moet, van weinig belang is, verfchilt het niet veel, welken Hoek men de Loopftreek der Beweegkragt met de Lyn AB doet maaken: maar als men een grooten Zwengel, en met vry wat Kragt moet doen omgaan, wordt men wel haaft gewaar, dat het draaien over al niet even gemakkelyk valt, en men in het eene Punt der omwenteling meer Kragt moet doen dan in het andere. Deeze ongelykheid ontftaat uit het verfchillend beloop en de meerdere of mindere fchuinsheid der Streeklynen volgens welke de Beweegkragt, in 't ronddraaien, op den Arm van den Hefboom werkt. Dit zal men gemakkelyk begrypen kunnen, als men zig verbeeldt een Zwengel CH, die rondsom zyn Middelpunt C een Kringswyze Beweeging maakt door middel van een regelmaat of Greep DH, die aan denzelven in H vaft is, en hem beurtelings nu van zig afftoot, dan naar zig toetrekt. Deeze Greep nu werkt, gelyk uit het geen we in de Derde Proefneeming beweezen hebben blykt, met

met het meeste voordeel, daar hy ooit meê werken kan, als hy, 't zy in 't van zig stooten, 't zy in 't naar zig trekken, een regten Hoek maakt met den Zwengel, als CHD, of *Cik*. Maar als de Zwengel zig in *b* of in *e* bevindt, ziet men, dat de Streeklyn der Beweegkragt, door den Greep DH verbeeld, hoe langer hoe scherper Hoeken met denzelven maakt, en dat die schuinsheid de Kragt vry wat moet doen verzwakken. IX. LES. I. AFDEEL.

Het geen wy van den Greep DH zeggen, zou men ook van den Arm van een Mensch zeggen moeten, indien hy niets anders deed, dan den Zwengel, volgens ééne en dezelfde Streeklyn, slegts van zig af te stooten, en naar zig toe te trekken: maar hy doet meer. Als de Kragt, die hy doet, door een nadeelige Streeklyn, in 't van zig stooten, zwakker wordt, brengt hy zyn Lighaam een weinig voorwaarts over, zoo dat hy met een gedeelte van zyn Zwaarte drukt volgens de Streeklyn *bf*, of *eg*: als hy naar zig toetrekt, in tegendeel, hurkt hy, en werpt zig een weinig als agterwaarts over; en door die Werking van een Mensch in 't draaien van een Zwengel.

ver-

IX. LES. I. AFDEEL.

verscheiden beweegingen, die hy met zyn Lighaam maakt; herstelt hy, om zoo te spreeken, de Streeklyn der Beweegkragt, en vergoedt het nadeel eenigermaate van derzelver schuinsheid. De Hoek, die dezelve met den Zwengel maakt, blyft daar door altyd wyder en minder scherp, dan hy zou geweest zyn, indien 'er deeze Lighaamsbeweegingen niet bykwamen, die men maakt zonder 'er zelf eens op te letten, en van het allerplompste arbeidsvolk, door de Natuur alleen onderweezen, op een geschikte wys verrigten ziet.

Beste stand der Zwengels.

Maar deeze Zoorten van Lighaamsbeweegingen vermoeien egter altyd min of meer; en 't blyft een zekere waarheid, dat iemand, die een Zwengel ronddraait, gelyk wy voorheen zeiden, zyn volle kragt niet doet, dan alleen in zommige Punten en gedeeltens der Omwenteling. En dit is waarschynlyk ook de reden, waarom men de gewoonte heeft, van in de Werktuigen, die men met twee Zwengels draait, dezelve regt strydig tegen elkander over te plaatzen, gelyk

lyk EF en GH in *Fig.* 21: op dat hy dus, die aan den eenen Zwengel ſtaat, een gunſtige Streeklyn hebbe, terwyl de ander haar op haar zwakſte heeft, en 't voordeel van den eenen het nadeel van den anderen telkens vergoede. Maar deeze ſchikking en geſteltenis der Zwengels, komt my egter niet als de beſte en gunſtigſte voor. Ik zou ze liever, dan regtdraats tegen elkander over, zoo plaatzen willen dat ze een regten Hoek met malkander maakten. Want indien men eens de ganſche omwenteling in vier onderſcheiden Deelen verdeelt, zal men, door middel van *Fig.* 20, ligtelyk kunnen zien, dat iemand, die den Zwengel HC, door de Werking en Kragt zyner Spieren, optilt van *l* tot *m*; of denzelven door de Zwaarte van zyn Lighaam nederdrukt uit *h* naar *n*, merkelyk meer kragt zal kunnen doen, dan wanneer hy denzelven voorwaarts van zig afſtoot uit *m* naar *h*, of naar zig toetrekt van *n* tot *l*. Deeze twee laatſte gedeeltens ondertuſſchen van den Cirkel of omwenteling des Zwengels ſtaan, even als de eerſt-

IX. LES. I. AFDEEL. *PL.* 3. *Fig.* 21.

IX. LES. I. AFDEEL. Het Steunpunt is

Het geen wy tot nog toe het noemden, moet men aanmerken een Derde Kragt ware, die of weegkragt of met den Weêrstand

Driehoek *o*K*l* gelykvormig aan den I Bygevolg ſtaat *o*K tot *b*K; als K*l* t (dewyl K*l* even lang is als K L en als K I) als K L tot K L. De Streeklyn ten blyven derhalven, even als in z men, ſchoon ſchuins, egter evenw len met gelyke Hoeken op den Hef Armen behouden dezelfde evenredigh te tot elkanderen.

Een Hamer, met wiens plat men los trekt, is zulk een Kromme *Hefbo* tels behooren ook tot deeze Zoort: zy dubbelde kromte. De As van den Stee punt, daar ze op draaien; het Blad den Weêrſtand van 't Slot overwint; andere arm, daar de *Kragt aan werk* ter 't Oog is, gelyk men weet, hoe m doen kan: men verlangt dien arm t zomtyds met iets door het Oog te Aart en Werking van meer andere de tuigen zyn uit deeze ligtelyk op te m

. Het ſtel van een Rytuig kan men een Hefboom brengen. De Streeklyn ke de Paarden trekken, de Boomen by voorbeeld, ſtaan Loodregt op de A met dezelve een Krommen Hefboo

maakt; of die met eene van beiden zamenſpant, om de Werking van de andere op te weegen en tegen te ſtaan. In de Hefboomen van de Eerſte-Zoort, by voorbeeld, draagt het Steunpunt alleen 't vermogen van de

IX. Les. I. Afdeel.

een Derde Kragt.

ſtand, die overwonnen moet worden, de Wryving op de As niet alleen, maar wel inzonderheid de oneffenheden van den Weg, geſchiedt aan derzelver beide uiteinden. Hoe nader nu de Streeklynen der Kragten by den Weêrſtand vallen, en dus de arm, daar die Weerſtand tegen werkt, korter wordt, hoe die met minder moeite zal overwonnen worden. Even gelyk men met den Krommen Hefboom van *Figuur* 22 meer kragt zal kunnen doen, naar maate dat de arm K L in vergelyking van den anderen korter is. Hier uit volgt dat twee Paarden een dubbelden Laſt gemakkelyker trekken zullen, dan één een enkelden. Niet alleen, om dat zy dan ſtegts yder den Weerſtand van één Rad, èn het ander dien van beide de Raden teffens, te overwinnen hebben, maar ook om dat de arm, daar ze meê werken, korter is, terwyl één Paard alleen, dat in 't midden loopt, met de ganſche As, de volle langte der beide Armen werkt. Dus valt een wyd ſpoor, gelyk men 't noemt, ook de Paarden bezwaarlyker dan een eng ſpoor: dewyl de As der Rytuigen, die op wyd ſpoor ſtaan, langer zynde, ook daar door de Armen van den Hefboom, waar meê men op den Weerſtand werken moet, naar evenredigheid langer worden.]

IX. LES. I. AFDEEL.

de twee Kragten, die aan beide de einden van den Hefboom wederzyds tegen elkander overstaan: in die van de Tweede en Derde Zoort draagt het slegts een gedeelte van eene van beide Kragten.

Berekening van 't geen het te draagen heeft: en van deszelfs Streeklyn.

Het geen tot een Steunpunt dient, is juist altyd geen vast en onbeweeglyk Punt: doorgaans zyn het Lighaamen, die buigbaar zyn, of die gebroken en verpletterd kunnen worden: of ook wel zomtyds bezielde en leevende Lighaamen, die tegen alle geweld, dat men 'er op zou willen oeffenen, geenzins bestaan zouden kunnen. Wanneer een Balk, by voorbeeld, met zyn twee enden op de Muuren van een Gebouw rust, zou zyn eigen Zwaarte, of de Zwaarte der Goederen, daar men hem meê belaadt, dezelve doen instorten, zo ze niet vast en stevig genoeg gebouwd waren. De Muilezels en andere lastdieren, die de Draagstoelen, Rosbaaren, of zwaare Pakken draagen, bezwyken onder de Last, als dezelve hun Kragten te boven gaat. Het is derhalven een zaak van zeer groot belang, dat men weete, als 'er twee

Krag-

Kragten tegen elkander op een en den zelfden Hefboom werken, hoe zwaar het Steunpunt, of dat geen, 't welk deszelfs plaats bekleedt, belaaden is, om hetzelve naar evenredigheid ſterk te maaken; bekwaam om het geweld, dat 'er op gedaan zal worden, te kunnen lyden. En dewyl dit Steunpunt mogelyk wel van dien aart zou kunnen zyn, dat het niet volgens allerhande Zoorten van Streeklynen, en naar alle kanten heen werwaarts men wilde, even ſterk en tot denzelfden Weêrſtand bekwaam was; behoort men ook te onderzoeken, welke eigentlyk de Streeklyn zy van de Kragt, die het Steunpunt heeft door te ſtaan, en naar welken kant heen dezelve werke, volgens 't verſchillend beloop der Streeklynen, die men de Beweegkragt en den Weêrſtand kan doen houden. Te vooren hebben wy doen zien, dat de ganſche Werking, die eenige Beweegkragt, welke ze zy, op den arm van een Hefboom doen kan, uit deeze twee zaaken ontſtaat en zamengeſteld wordt. 1. Uit derzelver *Inhoud*; of zo het een Veer zy, het

IX. LES. I. AFDEEL.

Maſſa

IX. Les. I. Afdeel.

Werk van een Dier of Mensch, of eenig ander vermogen, dat niet door middel van zyn Zwaarte eigentlyk werkt, uit het Gewigt, daar deszelfs Werking meê gelyk staat, 'er by kan vergeleeken worden: en 2. Uit derzelver afstand van het Steunpunt, gelyk wy ook hebben doen zien, van waar men, in allerhande gevallen, dien afstand moet beginnen te rekenen. De Kragt, die uit den Inhoud geboren wordt, en die men *Bepaalde* Kragt zou mogen noemen, heeft haar vaste en gezette Maat. Een Pond Gewigts, by voorbeeld, of de Werking van eenige Beweegkragt, aan een Pond Gewigts in vermogen gelyk, kan, wanneer het op den Arm van een Hefboom weegt en volgens de allervoordeeligste Streeklyn, niet meer doen, dan dat het Evenwigt maake met een dergelyk Gewigt, 't welk aan den anderen Arm, en met een gelyke Streeklyn, tegen hetzelve overstaat. Maar de Kragt, die uit den afstand van het Steunpunt ontspruit, heeft geen vaste paalen, en kan toeneemen tot in 't oneindige; zoo dat, indien de eene Arm

V Proefneeming bladz. 67.

Absolu

van

van den Hefboom 100 maal langer was, dan de andere, één enkel Pond Gewigts 100 Ponden zou kunnen opweegen. Welk eene Laſt en Zwaarte zal dan het Steunpunt te draagen hebben, voor eerſt in 't Geval als 'er Evenwigt is, om dat de Inhouden aan weêrskanten van den Hefboom gelyk zyn aan malkander, en het Steunpunt derhalven juiſt in 't midden: ten tweeden, als de Inhouden of Kragten Evenwigt maaken, om dat zy, in Zwaarte elkanderen ongelyk, op ongelyke afſtanden ſtaan van het Steunpunt. IX. Les. I. Afdeel.

Als beide de Kragten, van weêrskanten, even groot zyn.

De eerſte Vraag beantwoord ik, met te zeggen, dat, zo de Streeklynen van de Beweegkragt en van den Weerſtand evenwydig zyn aan malkanderen, het Steunpunt belaaden is met de ganſche Som van beide de bepaalde Kragten teffens, en dat de Streeklyn, volgens welke die Kragten het Steunpunt drukken, evenwydig loopt met die van de Beweegkragt en van den Weerſtand.

Maar zo de Streeklynen van de twee aan beide de Armen van den Hefboom tegen elkander over ſtaande Kragten niet Evenwydig

IX. LES. I AFDEEL.

zyn en schuins op malkanderen staan, draagt het Steunpunt slegts een gedeelte van derzelver zamenvereenigde Kragt: en het draagt 'er zoo veel minder van, naar maate, dat die Streeklynen schuinzer op den Hefboom vallen: de Weerstand, dien het Steunpunt doet, is naar dat Punt heen gerigt, daar de twee Streeklynen t'zamen loopen. Ik zal myn zeggen door middel van twee Proefneemingen nader ophelderen en bevestigen.

VI. PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 3 Fig. 23.

Aan de agterzyde van het Werktuig, in *Figuur* 15 afgebeeld, zyn, op den afstand van twee Duimen van het Vlak, twee Schyfjes A en B *Fig.* 23, die zeer ligt op haar Asjes draaijen, vastgemaakt. Aan dezelven hangt Waterpas een Staalen Hefboom DE die in Evenwigt gehouden wordt door middel van twee kleine Gewigtjes *p* en *r*. Vervolgens hangt men aan het Punt C een Gewigt van 4 Oncen, en aan de enden der Koorden twee

an-

andere Gewigten P en R, die yder twee Oncen weegen. IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Wanneer men alles op deeze wys gesteld heeft, houdt het Gewigt, dat in C hangt, de twee andere P en R in Evenwigt. Als men de twee kleine Gewigtjes *p* en *r* wegneemt, daalt het Gewigt C van vier Oncen naar om laag langs de Lyn CI. Het klimt in tegendeel naar boven, langs de Lyn CF, als men de Gewigten P en R verzwaart met by yder even veel by te voegen.

VII. PROEFNEEMING.

Toestel.

Deeze Proefneeming vereischt denzelfden Toestel als de voorgaande: uitgezonderd alleen dat de Hefboom IK korter is, dan de afstand der Katrolschyfjes QN, zie *Fig.* 24 en dat het Gewigt L slegts 3 Oncen weegt. *Pl.* 3. *Fig.* 24.

IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Dewyl de twee Streeklynen KN en IQ, van de twee Kragten R en P, hier ſchuins op den Hefboom vallen, zal het Gewigt L, welken Graad van ſchuinsheid men ook aan de Streeklynen geeve, nooit 4 Oncen zwaar behoeven te zyn, om met de twee andere Gewigten P en R, die yder twee Oncen weegen, Evenwigt te maaken. Als de Streeklynen KN en IQ een mindere ſchuinsheid hebben, en eenigermaate regter op den Hefboom vallen, gelyk NO en QS by voorbeeld op den Hefboom SO, moet men het Gewigt L iets verzwaaren, om hetzelve Evenwigt te doen blyven houden: en, wanneer dat Gewigt ryſt of daalt, geſchiedt het ook altoos volgens de Lyn LM.

Ophelderingen.

Het Steunpunt draagt de

In deeze twee laatſtgemelde Proefneemingen kan men het Gewigt P als de Beweegkragt, R als den Weêrſtand aanmerken, en het

het Gewigt, dat in 't Punt C of in L hangt, als de Maat der gansche Kragt die op het Steunpunt geschiedt, wanneer alles in Evenwigt is. Want yder ziet ligtelyk, dat, zonder dit laatste Gewigt, de Hefboom door de twee andere Kragten van beneden naar boven zou getrokken worden. Maar nu worden 'er in 't Punt C 4 Oncen Gewigts vereischt, wanneer de twee Gewigten P en R, yder 2 Oncen weegen, en de Streeklynen, volgens welke zy werken, beide Loodregt op den Hefboom staan, gelyk AD, BE, *Fig.* 23. Wy hadden derhalven geen ongelyk, toen we zeiden, dat in dergelyk geval het Steunpunt belaaden is met de gansche Som van beide de Kragten teffens; van die der Beweegkragt, naamelyk, en van dien van den Weêrstand: en dewyl het Gewigt, 't welk de Kragt en Werking van het Steunpunt zelve verbeeldt, zig, als het sterker of zwakker dan de twee andere wordt, langs de Lyn IF beweegt, is zulks een onfeilbaar teken, dat deszelfs Werking geschiedt volgens die Streeklyn, welke, ge-

IX. LES. I. AFDEEL.

gansche Som, en volgt de Streeklyn der evenwydige Kragten.

PL. 3. *Fig.* 23.

IX. LES. I. AFDEEL.

lyk wy te vooren al te kennen gaven, evenwydig is aan die van de Beweegkragt en die van den Weerſtand.

Het draagt ſlegts een gedeelte der ſchuinze Kragten, en rigt zig naar 't punt van derzelver zamenloop.

Niet minder duidelyk ziet men ook in de tweede deezer Proefneemingen de waarheid geſtaafd van het ander Lid van ons Antwoord, 't welk wy op de Vraag gaven. Het Gewigt, dat in ſtaat zal zyn om het Punt L van den Hefboom tegen de vereende Kragten, die, wederzyds, in I en K geſchieden, te doen ſtand houden, behoeft nooit 4 Oncen zwaar te zyn; gelyk het zyn moet, als de Streeklynen der twee Kragten Loodregt op den Hefboom ſtaan. *Duidelyk* blykt hier uit, dat het Steunpunt nu *niet langer* met de ganſche Som van de twee Kragten P en R belaaden is. En 't kan ook inderdaad niet anders zyn, dewyl de Werking van een Beweegkragt, gelyk wy 't voorheen verklaarden en beweezen, hoe langer hoe zwakker wordt, naar maate dat derzelver Streeklyn ſchuinzer op den, arm valt van den Hefboom, daar ze op werkt. De Kragt of Weerſtand eindelyk, dien het Steunpunt *in*

dit

dit tegenwoordig geval doet, is gerigt naar het Punt M, om dat hetzelve de plaats is, daar de Streeklynen, volgens welke de beide Kragten werken, die 't weerſtaan moet, zamenloopen. IX. LES. I. AFDEEL.

Wat nu verder de tweede Vraag betreft, die hier in beſtondt: welk eene Kragt geſchiedt 'er op het Steunpunt; welke Laſt en Zwaarte heeft het te draagen in zulke gevallen, als de twee Kragten, de Beweegkragt en de Weerſtand, elkanderen in Zwaarte ongelyk, op ongelyke afſtanden van 't Steunpunt, de een met een langer, de ander met een korter arm ſtaan, en dus Evenwigt maaken? In zulke gevallen, zeg ik, gaat die Kragt en Zwaarte nooit de Som der twee Bepaalde Kragten, of Gewigten, die weêrzyds tegen elkander overſtaan, te boven. By voorbeeld; als een Pond Gewigts aan den eenen arm van den Hefboom, twaalf Ponden, die aan den anderen hangen, opweegt, daar om, om dat de arm, daar het aan werkt, twaalf maal langer is dan de andere arm, kan het Steunpunt nooit zwaarder Dragt en Streeklyn van 't Steunpunt, als de Kragten, weêrzyds, ongelyk zyn.

IX. LES. I. AFDEEL.

der belaaden zyn, dan met een Gewigt van 13 Ponden: en geenzins met het Gewigt van 24. De Streeklyn verder, volgens welke het Steunpunt Weêrſtand doet, loopt even eens als in de twee voorgaande gevallen; evenwydig, naamelyk, met de Streeklynen van de twee Kragten, die het ophoudt, zo die Streeklynen evenwydig aan elkander zyn; of, zo ze ſchuins zyn en naar malkander toeloopen, regtſtreeks naar het punt van derzelver zamenloop.

VIII. Proefneeming.

Toeſtel.

PL. 3. Fig. 25.

Op een Vlak en Waterpas Voetſtuk AB plant men twee Pylaartjes, die in ſleuven heen en weder geſchooven kunnen worden; zoo dat men ze naar welgevallen of nader by één brengen kan of verder van elkanderen af plaatzen. C, C, zyn twee Katrolſchyfjes, over yder van welke een Koord loopt, om, door middel van twee kleine Gewigtjes D, D, het Staalen Staafje EE op te houden.

FG

FG is een Yzeren Roede, van onderen een weinig ingekeept op het ¾ gedeelte van haar langte; zy hangt door middel van een Gewigt, dat men in F vastmaakt, in Evenwigt met zig zelve, en met de twee kleine tegenwigtjes D, D, welke laatste men ten dien einde of ligter of zwaarder neemt, naar dat het de zaak en aart der Proef vereischt. IX. LES. I. AFDEEL.

Men hangt eerst aan F een Gewigt van 6 Oncen, en aan G een van 2 Oncen; en doet by de twee Tegenwigtjes, die in D, D, zyn, twee andere Gewigten, yder van 4 Oncen, by. Zie dit nader in *Figuur* 26 opgehelderd; alwaar men met dezelfde, dog kleinder, Letters, die gedeeltens alleen van 't Werktuig getekend en afgebeeld vindt, die in 't bewys eigentlyk te pas komen. *PL.* 3. *Fig.* 26.

Uitwerkzels.

Overal ziet men hier Evenwigt; zo wel tusschen de ongelyke Gewigten, 2 en 6, naamelyk, die aan den Hefboom *gf* hangen; als tusschen deezen, dus belaaden, Hefboom,

en

IX. Les. I. Afdeel. en tusschen de twee Gewigten *dd*, die het Steunpunt *ee* ophouden, of, zo men wil, de Kragt en wederwerking, die het zelve doet, verbeelden en aanwyzen. Indien men eindelyk deeze twee laatste Gewigten *dd* een weinig opligt, daalt aanstonds het Steunpunt naar om laag langs de Lyn *e*K.

IX. Proefneeming.

Toestel.

Pl. 3. Fig. 27. Tot deeze Proefneeming moet men de twee Pylaartjes A en B van het voorheen in *Fig.* 25 beschreeven Werktuig een weinig verder van elkanderen af plaatzen, op een wys, dat de Streeklyn van de Koord van weêrszyden, niet Loodregt, als in de voorgaande Proefneeming, maar schuins op den Hefboom valle, gelyk *ce*, *ce* *Fig.* 27. Vervolgens brengt men de Yzeren Roede *gf* op een $\frac{2}{3}$ gedeelte van de langte van de Staalen Staaf *ee*, 't welk op H uitkomt; en hangt in L en M zulke Gewigten, als'er vereischt worden om alles in Evenwigt te houden.

Uit-

IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Men bevindt, dat 'er in L een Gewigt moet zyn van 8 Oncen, en in M een van 4, 't welk te zamen een Som maakt van 12 Oncen Gewigts. En als men deeze zwaarte-Som een weinig ligter wil neemen, of die twee Gewigten L en M wat om hoog tilt, daalt het Steunpunt H naar beneden langs de Lyn HI: gelyk men op 't oog duidelyk onderscheiden kan, als men 'er een Loodlyn agter houdt. Juist hetzelfde Uitwerkzel gebeurt 'er ook, wanneer men in H een Gewigt van 8 Oncen, in plaats van den Hefboom of Yzeren Roede *gf* met zyn twee Gewigtjes, 2 en 6, belaaden, ophangt.

Ophelderingen.

Het Steunpunt draagt nooit iets meer dan de Som der Kragt.

In de Agtste Proefneeming zagen wy, dat een Gewigt van 6 Oncen, met een ander van 2 Oncen Evenwigt maakte: om dat dit laatste, namelyk, 't welk slegts een derde gedeelte is van het ander, driemaal verder dan het-

IX. LES. I. AFDEEL. hetzelve van het Steunpunt afftondt: en in dergelyke gevallen hebben wy voorheen meer dan eens doen zien, dat de overmaat van ſnelheid aan den eenen kant, de overmaat van Inhoud of Gewigt aan den anderen kant vergoedt en op één doet uitkomen. Maar ſchoon dus wel eene Beweegkragt in vermogen toeneeme, naar maate dat de arm van den Hefboom langer wordt, blykt het egter niet, dat die aangroei en vermeerdering van Kragt het Steunpunt in eenigen deele bezwaart, en meerder laſt doet draagen; dewyl de Werking, die op *g* geſchiedt, ſchoon aan 6 Oncen Gewigts, die in *f* weegen, in Kragt gelyk, egter het Steunpunt *e* niet met de Som van 12, maar alleen van 8 Oncen belaſt; welke Som van 8 Oncen, door de twee Gewigtjes *dd*, yder van 4 Oncen, wordt uitgedrukt, en overeenkomt met de waardy, en Som der twee Gewigten, 2 en 6, die aan de Armen van den Hefboom *gf* met elkander in Evenwigt hangen. Dit wordt nog klaarblykelyker in de negende Proefneeming aangetoond, en myn zeggen ont-

PL. 3. Fig. 26.

ontwyffelbaar geſtaafd, dewyl men evendezelfde Uitwerkzels gebeuren ziet, als men een enkel Gewigt, aan den belaaden Hefboom in Zwaarte gelyk, in H ophangt.

IX. Les. I. Afdeel.

Pl. 3. *Fig.* 27.

Indien 'er niets was, dat den Hefboom *gf* ophieldt en onderſteunde, en indien de twee Kragten, 2 en 6, met malkander in Evenwigt bleeven en loodregt aan de enden *g* en *f* van den Hefboom, bemerkt men ligtelyk, dat alle deszelfs Stippen, tuſſchen die twee uiterſte *g* en *f* begreepen, naar om laag zouden vallen langs Lynen, alle evenwydig aan die van de twee Kragten: en dit is 't ook, dat men ziet gebeuren, wanneer men de twee Gewigten *d*, *d*, een weinig op tilt: het Steunpunt valt dan naar beneden langs de Lyn *e* K, die evenwydig loopt aan *g* 2 en *f* 6. Deeze Lyn toont derhalven de neiging van het Steunpunt, of de Streeklyn van deszelfs wederwerking aan.

En volgt in zyn wederwerking de Streeklyn der evenwydige

Pl. 3. *Fig.* 26.

Op dezelfde wys kan men ook zeggen, dat, indien die twee Kragten L en M wyken moeſten voor de Werking, die 'er op 't punt H geſchiedde, behoudens egter dat

En 't punt van Zamenloop der ſchuinze Kragten.

IX. LES. I. AFDEEL. *PL. 3. Fig. 27.*

zy al wykende de zelfde evenredigheid onderling tot elkander behielden, de twee uiteinden van den Hefboom *ee* in 't nederdaalende evenwydige Lynen *e* N en *e* O beschryven, en dat het Steunpunt altyd in de Lyn HI blyven zou. Deszelfs wederwerking geschiedt derhalven altyd volgens die Lyn, op welke de Streeklynen der twee Kragten, zo ze schuins en naar elkander hellen, zamenloopen (*).

Gevolgen.

Gevoeg-

Dewyl men uit de bepaalde grootheid en ver-

(*) [Wat het Steunpunt in de Tweede en Derde Zoort van Hefboomen te draagen heeft, valt ligt te berekenen. Is in de Tweede Zoort de Weerstand juist op 't midden van den *Hefboom*, het *Steunpunt* draagt de helft van deszelfs Vermogen. Zyn de Armen ongelyk van langte, het draagt naar evenredigheid van zyn afstand van het Punt, daar de Weerstand werkt. Een Kruijer, by voorbeeld, legt 100 Pond Gewigts op zyn wagen. Plaatst hy 't juist in 't midden tusschen 't end der Boomen, daar hy zyn Handen of Zeel aanslaat, en de As van 't Rad, die hier 't Steunpunt *is*; de Kruijer zoo wel als het Steunpunt draagen elk een Gewigt van 50 Ponden. Maar schikt hy 't voor aan in zyn Wagen,

vermogens der Beweegkragten, en uit den stand van derzelver Streeklynen op den Hefboom, daar ze meê werken, dus zeer gevoeglyk kan afleiden, welk eene Kragt 'er op het Steunpunt, of alles wat 'er voor dient, geschieden, en welk een last en zwaarte het te draagen zal hebben; zien we ons daar door ook in staat gesteld, om alle toevallen, die 'er uit een kwaade en min evenredige schikking van Steunpunt en Kragten, zouden mogen ontstaan, voor te komen, en zig met een gewenschten uitslag Beweegkragten en Vermogens ten nutte te maaken, die men

IX. LES. I. AFDEEL. lykste plaatzing van Steunpunt en Kragten.

gen, op een vierde by voorbeeld van deszelfs gansche langte, zoo dat de afstand van 't Steunpunt 1, die van den Kruijer 3 zy; deeze draagt niet meer dan 25, en de As wordt gedrukt door een Gewigt van 75 Ponden. Met den Hefboom van de Derde Zoort is het even eens gelegen, en men heeft slegts de Beweegkragt, die hier tusschen 't Steunpunt en den Weerstand geplaatst is, als den Weerstand in de Tweede Zoort aan te merken.

De Streeklyn, volgens welke de wederwerking van 't Steunpunt geschiedt, is, zo de beide Kragten evenwydig zyn, aan dezelve evenwydig: indien schuins, uit beider Streeklynen zamengesteld.]

105586

IX. LES. I. AFDEEL.

men onvoldoende en verre te zwak zou oordeelen, indien men zig niet, met al het voordeel, dat 'er op vallen kon, van dezelven wist te bedienen.

Voorbeeld in twee Draagers.

Plaatst men, by voorbeeld, een Zwaarte van 200 Ponden in 't midden van een Hefboom, wiens beide enden op de Schouders van twee Draagers rusten; die twee Steunpunten, of Kragten zo men wil, zullen sterk genoeg zyn om dien last op te houden, zo slegts yder van die Draagers zig in staat bevindt om 100 Pond Gewigts te kunnen torssen. Maar, zo één van hun niet meer dan 50 Pond draagen kan, zal deeze zwakste, al was de ander al volkomen in staat om 'er 150 te kunnen draagen, egter ongetwyfeld onder den Last bezwyken moeten, zoo lang dezelve op 't midden van den Draagboom, tot een gelyken afstand van hem en van zyn makker, geplaatst blyft; beider poogingen zullen daar door te eenemaal onnut worden, en zy zullen 't werk, dat men met reden van hun verwagten mogt, moeten laaten steeken. Maar zo men in tegendeel den

Last

Laſt verder van den zwakſten af en digter by den ſterken op den Draagboom plaatſt, en de Armen van den Hefboom, dus de een langer dan den anderen, overhands tot elkander ſtaan als de Kragt van elken Draager, zullen ze hun Werk gevoeglyk verrigten kunnen, en 't Gewigt van 200 Ponden met hun beiden ophouden; even gelyk twee andere Arbeiders, van welke yder 100 Pond draagen kon, aanſtonds, by 't eerſte aanvatten, zouden gedaan hebben (*).

IX. Les. I. Afdeel.

Als

(*) [*Overhands* of in een omgekeerde reden (zie de Aantekening I. Deel. 2 Stuk bladz. 502,) dat is, dat de Arm van den zwakſten ſta tot den Arm van den ſterkſten, als de Kragt van den ſterkſten, tot de Kragt van den zwakſten. De Kragten ſtaan als 150 en 50, dat is, als 3 en 1. De Arm van den zwakſten moet derhalven 3 maal langer zyn. Want dus ſtaat volgens 't Voorſtel 3 tot 2, als 150 tot 50.

By deeze gelegenheid van de beſte plaatzing van 't Steunpunt vraagt men ook; zo 'er twee Bierdraagers zyn, van welke de een, ſchoon beide even ſterk, merkelyk kleinder van Lighaamsgeſtalte is, dan de andere; of zo 'er twee even groote zyn, die met hun Laſt een ſteilte, een Dyk, een hooge Sluis, op of afmoeten; waar het Steunpunt geplaatſt moet worden, en wie van hun beiden het meeſt of

het

IX. LES. I. AFDEEL.

In een Arbeider, die een Balk draagt.

Als een Arbeider een Balk op zyn Schouder draagt, neemt hy denzelven altyd ten naasten by op zyn midden, en laat hem omtrent even lang, zoo voor als agter uitsteeken. Door den Balk op zulk een wys op den Schouder te leggen, draagt hy niet meer dan 't Gewigt van het stuk Houts, dewyl de twee enden, die voor en agter uitsteeken, wederzyds Evenwigt met malkander maaken; en het Steunpunt dus alleen belaaden is met de gansche Som van den Inhoud der twee gedeeltens. Maar zo hy den Balk op de twee derde of drie vierde van zyn langte nam, zou hy den Balk, om te maaken dat die niet voor

het minst zal te draagen hebben? Het Antwoord is gemakkelyk. Het Steunpunt *blyft*, *volgens* gewoonte, op 't midden van den Bierboom, en de een zal niet min nog meer dan de ander, maar beide juist even veel, elk de helft naamelyk van hun Last, te draagen vinden. Dit blykt duidelyk uit de IV. Proefneeming (pag. 37) waar in beweezen is, dat de schuinsheid der Streeklynen geen de minste veranderingtoe brengt in de evenredigheid der evenwydige Kragten. Droegen de Bierdraagers derhalven op vlakken grond elk even veel, zy zullen 't ook doen in 't op en afgaan van een steilte. De Streek-

voor of agter afviel, met zyn Armen aan 't kortste end moeten vasthouden: en de Kragt, die hy daar toe zou moeten gebruiken, zou de Zwaarte van een Gewigt moeten evenaaren, 't welk in staat was, om met de Overmaat van langte, met dat gedeelte van den Balk, 't welk hy aan de andere zyde langer was dan deeze, Evenwigt te maaken. Het zou derhalven nutteloos zyn, dat de Arbeider den Balk op een andere en min gevoeglyke plaats, dan omtrent in deszelfs midden of Zwaartepunt nam, en zyn Schouder met een onnoodigen overlast bezwaarde. IX. LES. I AF-DEEL.

Deeze twee voorbeelden, daar ik hier alleen Overleg

Streeklyn, volgens welke zy hun Kragt doen, is altyd de Loodlyn opwaarts; die van den Last loodregt nederwaarts: alle Streeklynen blyven derhalven altyd evenwydig aan malkanderen. De Bierboom legt wel schuins op die Streeklynen, en drukt hen daar door, min of meer, voor of agterwaarts over; maar die Drukking is ook aan beiden even eens gemeen, dewyl ze beiden met den zelfden hoek en schuinsheid drukt; en mag hun, om die reden ook, het draagen moeielyker doen vallen, maar het maakt het voor den eenen niet moeielyker dan voor den anderen.]

IX. LES. I. AFDEEL. daar by noodig.

leen gewag van maak, zyn zoo eenvoudig, en komen zoo menigvuldig voor, dat de meesten, die men zoo juist en met zulk een goed overleg ziet te werk gaan, enkel door gewoonte 't gebrek van redeneering over dit stuk vergoeden; en de Natuur alleen ter Leidsvrouw hebben. Maar ontelbaare voorvallen zyn 'er, daar onderwys en oplettende bedagtzaamheid toe vereischt wordt, en waarin men niet wel slaagen zou, dan door een beredeneerd gebruik en toepassing van die zelfde Beginzels, daar wy natuurlyker wys in den eersten op.lag wel eenig, doch verward denkbeeld van hebben.

Of vergoed door gewoonte.

Een naauwkeurige opmerking en toepassing van de Wetten der Natuur is 't ook alleen, die ons in staat stelt om reden te kunnen geeven van een oneindige menigte van voorzorgen en gewoontens, die wy ons, van Kindsbeen af, eigen maaken, of die onze behoeften en schrandere vlyt alleen ons hebben doen uitvinden.

Voorbeelden van ...

Waarom, by voorbeeld, leunt iemand, die een Schuit of iets anders van merkelyke

Zwaar-

Zwaarte door 't Water of over den Grond met een Touw voort trekt, voorwaarts over? Hy doet het, om dat hy, op die wys, by de Werking zyner Spieren nog een gedeelte voegt van 't Gewigt van zyn Lighaam, en door die vermeerdering van Kragt den Weêrstand, daar hy op werkt, gemakkelyker overwint. Maar zo hy geen vast Punt heeft om op te Steunen, zo het Punt, daar hy op steunt, 't zy door deszelfs eigen aart en gesteltenis, 't zy door deszelfs nadeelige Streeklyn, te los staat en niet vast genoeg is; zo hy, by voorbeeld, zig op een beweegbaar Vlak, een Schuit die niet vast legt, bevindt, zo de Grond, daar hy over gaat, glad en glibberig is, of schuins op of afloopt; alle deeze en dergelyke oorzaaken meer, die eigentlyk niets anders zyn, dan een gebrek in 't Steunpunt, maaken alle zyne poogingen vrugteloos, of verzwakken derzelver Kragt en Uitwerkzels.

IX. LES. I. AFDEEL.

Steunpunten.

Om deeze en dergelyke ongemakken voor te komen, is men doorgaans gewoon, Zant, Asch of Mist te strooien op Straaten en Wegen,

Door konst in vaste veranderd.

IX. LES. I. AFDEEL.

gen, daar veel doorgang van Volk is, wanneer dezelve bevrooren en door Yzeling glad geworden zyn: by ſterken Vorſt ſcherpt men de Hoefyzers der Paarden, om ze op Ys en Sneeuw te doen vaſt ſtaan en voor uitglyden te beveiligen. Zonder die Snydende Kanten en ſcherpgepunte Hoeken, die men aan de Yzers der Schaatzen maakt, om 'er 't Ys mee te vatten; waar zou men een Steunpunt vinden, om zig uit voort te ſtooten en over een gladde Vlakte heen te ſnellen, die dan het voordeeligſte is, wanneer zy geen hobbeligheid heeft welke den Voet kan belemmeren en ſtuiten? De Noordſche Volkeren, die meeſt genoodzaakt zyn over de Sneeuw te reizen, zouden zig op een Steunpunt waagen en verlaaten moeten, dat ongetwyffeld niet te vaſt zou zyn, zo ze de voorzorg niet gebruikten van zeker zoort van Plankjes, merkelyk breeder dan de Zoolen van hun Schoenen, onder hunne Voeten te binden. Op die wys beſlaan zy overal, waar zy den Voet neer zetten, een veel grooter Vlakte en ſteunen op een breeder

der Steunpunt, 't welk het gebrek van deszelfs Vastheid weer te hulp komt of vergoedt.

IX. LES. I. Afdeel.

Werking der Paarden, die by een steile opryden.

Wanneer Paarden een Rytuig by een Heuvel, Dyk, of schuinsen Grond optrekken, is 't het Gewigt alleen niet van den Last, dien ze voorttrekken en die in zulken geval minder Steunzel vindt op den afloopenden Grond, dat hen zoo zeer vermoeit; maar 't is ook inzonderheid de helling en schuinte van dien Grond, die hun zyn Steunpunten verschaft in een Streeklyn, welke zeer schuins valt op die, volgens welke de Paarden hun Kragt oeffenen: want als zy hunne Voeten tegen den Grond schrap zetten, buigen zy hunne Beenen de zelfde streek henen, als zig het beloop strekt van den Grond: en men begrypt ligtelyk, dat, hoe nader zulks aan 't evenwydige komt, hoe de Voeten minder Steunzel vinden zullen. Dit is ook de reden, waarom men dikwils op dergelyk zoort van Wegen, om het trekken gemakkelyker te maaken, eenige oneffenheden en als vlaktens maakt, even eens omtrent gelyk de treden van onze trappen; die de Voeten, welke met

IX. LES. I. AFDEEL.

...nische en regtstandige Streek... hun Kragt doen, een Water... een Steunpunt verschaffende, mer... beter en voller Weerstand kunnen bie... dan eenige gedeeltens van het Hellend ...lak, daar men ze op vast maakte, ooit zouden doen kunnen.

Liefhebbers van den Draaibank kunnen niet onkundig zyn, hoe noodzaakelyk het is, dat een Hefboom wel ondersteund worde en vast sta, om de tegen elkander aanwerkende vermogens van de Beweegkragt en van den Weêrstand te kunnen verdragen. Want wat is een Snybeitel, een Guds, een Puntbeitel anders, dan een Hefboom van de Eerste Zoort, die op een Leunspaan rust, en wiens snede of Punt door de hand van den Draaier tegen een stuk Hout, Koper of Yzer, gezet en aangehouden wordt? Zo de Leunspaan uit zig zelve niet vast genoeg staat; zo ze niet zwaar genoeg is om de Kragt, die ze weêrstaan moet, te verduuren; zo haar stand, of die van den Beitel, dien ze draagt, den Weerstand werken doet met een nadeelige Streeklyn,

lyn, fpruiten 'er, gelyk men weet, verfchei- den kwaade gevolgen uit voort. Harde Stoffen loopen golfs of flangswyze rond ('t geen men *Golven werpen* zou mogen noemen): zagtere neemen een zeer onvolmaakte en oneenpaarige Rondheid aan; de Beitel fchiet in, en maakt valfche trekken: met één woord, het is een Hoofdgebrek in een Draaibank, zo dat geen, 't welk ten Leunfpaan en Steunpunt dient voor de Beitels, of niet vaft en zwaar genoeg is, of niet behoorlyk naar welgevallen verzet kan worden om volgens de gevoeglykfte Streeklynen te werken; en hy, die zyn Leunfpaan niet op de voordeeligfte wys weet te plaatzen, is geen handig Draaier.

IX. LES. I. AFDEEL.

Guillocher

Van de Werktuigen, die uit Hefboomen zyn zamengefteld, of die op dezelfde wys als Hefboomen werken.

De Hefboomen komen in 't zamenftel van zoo groot een menigte van Werktuigen te pas, dat het niet wel mogelyk zou zyn, dezelve ftuk voor ftuk daar in aan te wyzen, en

Menigvuldig gebruik van den Hefboom in Zamenge-

IX. LES. I. AFDEEL. ftelde Werktuigen.

en de Werkingen, die ze 'er in verrigten; met eenige naauwkeurigheid te verklaaren. De Schryvers, die het allerbreedvoerigst over de Beweegkunde gefchreeven hebben, agtten zig met regt van zulk een noodeloos en overtollig onderzoek ontflaagen, en vergenoegden zig, na dat zy de Grondbeginzels deezer Weetenfchap geftaafd hadden, om flegts in eenige uitgeleezen Voorbeelden het gebruik aan te toonen, dat men 'er in de Konften van maakt. De Paalen, die wy ons in dit Werk hebben voorgefchreven, verpligten ons tot nog grooter beknoptheid, en om 't Stuk, zoo kort als mogelyk is, af te doen. Wy zullen derhalven hier alleen van de minft Zamengeftelde Werktuigen fpreeken, van zulke naamelyk, die zoo weinig van den enkelen Hefboom verfchillen, dat men ze zomtyds onder 't getal ftelt der eenvoudige Werktuigen.

Van de gemeene Weegschaal, en van de Unster of zoogenaamde Romeinsche Weegschaal.

IX. LES. I. AFDEEL.

De gemeene en overal gebruikelyke Weegschaal, in *Figuur* 28 afgebeeld, is een Werktuig, 't welk dient om twee even zwaare gedeeltens Stof, van welke zoort van Lighaamen het zy, tegen elkander in Evenwigt te stellen, op dat men het Gewigt van 't eene gedeelte kennende, daar uit zie, hoe zwaar het ander weege. De Weegschaal. *PL.* 3. *Fig.* 28.

Dit Werktuig bestaat uit een *Juk* AB; wiens langte in twee gelyke Deelen verdeeld wordt door een *As* by E: uit twee *Schaalen* C en D, die aan de uitenden van de Armen van 't Juk hangen; en uit een Beugel EF, doorgaans het *Huisje* genoemd, 't welk ten Steunpunt verstrekt aan den As, die het draagt, en daar het Middelpunt van Beweeging is. Derzelver Deelen.

Men begrypt ligtelyk dat deeze Weegschaal eigentlyk niets anders is dan een Hefboom, door zyn Steunpunt in twee gelyke Armen verdeeld, en met de poogingen of ver- Is een Hefboom van de Eerste Zoort.

IX. LES. I. AFDEEL.

vermogens belaaden van een Beweegkragt en van een Weerſtand, wier Streeklynen evenwydig aan elkanderen zyn, en als hy Waterpas als AB ſtaat, Loodregt op hem, in de längte, vallen; of, wanneer hy helt, gelyk *ab*, van weerzyden gelykvormige Hoeken met hem maaken. Zeer weinig zouden wy derhalven, zo het mogelyk was een Weegſchaal van een te eenemaal onbuigbaare Stof, en zonder eenige eigen Zwaarte te maaken, hebben by te voegen, by 't geen we'er reeds te vooren van gezegd en beweezen hebben. Maar dewyl de onvermydelyke noodzaakelykheid daar men zig in bevindt, om het Juk van de eene of de andere Harde *Stoffe*, als Koper, by voorbeeld, of Yzer te maaken, en 't zelve zulk een Vorm en dikte te geeven, dat het zig niet gemakkelyk krommen en verbuigen kan, ons dat geen, 't welk zoo lang 't by enkele redeneering blyft, waar is, zomtyds over 't hoofd doet zien, zal 't, dunkt my, niet ongevoeglyk zyn, dat ik hier kortelyk eens onderzoeke, waar eigentlyk de deugd en ondeugd, de naauwkeurigheid

heid of gebrekkelykheid van een Weegschaal in bestaa.

IX. Les. I. Afdeel.

Drie hoedanigheden van een goede Weegschaal.

De hoedanigheden, die tot een goede Weegschaal noodzaakelyk vereischt worden, zyn deeze. 1. Dat ze zeer Beweegbaar zy: dat is te zeggen, dat het allergeringste verschil van Gewigt tusschen de twee gedeeltens Stof, daar ze meê belaaden is, het Juk doe overhellen; op dat men dus haar staat van Evenwigt als een zeker en onbedrieglyk teken zou mogen aanzien van een volmaakte gelykheid en overeenkomst van Zwaarte van de Lighaamen, die wederzyds in de Schaal leggen. 2. Dat derzelver Armen altyd volkomen elkaar gelyk, en net even lang zyn: want zo de een langer is dan de ander, zullen de Hangpunten, daar de Beweegkragten haar Werking op doen, wederzyds niet op den zelfden afstand en even ver van 't Steunpunt staan, en twee gelyke Stofshoeveelheden bygevolg onmogelyk Evenwigt met elkanderen kunnen maaken. 3. Dat beide Armen één en 't zelfde Beloop hebben, en in dezelfde regte Streeklyn staan; want

IX. LES. I. AFDEEL.

anders zou het zeer bezwaarlyk zyn te onderscheiden of zy van weêrskanten met de Streeklynen der Beweegkragten wel gelykvormige Hoeken maaken. Het valt juist niet zeer gemakkelyk, deeze drie vereischten, tot een volmaakte Weegschaal noodig, met elkander overeen te brengen, en teffens te doen plaats hebben. Men ontmoet in 't zamenstellen van dit Werktuig verscheiden zwarigheden, daar men vry wat moeite mee heeft; en, in 't gebruik zelf, dient 'er op verscheiden zaaken gelet te worden, zonder welke de naauwkeurigste Weegschaal haar deugd en waarde verliest.

De Beweegbaarheid. Eerste hoedanigheid.

De beweegbaarheid van een Weegschaal hangt inzonderheid van drie zaaken af. 1. Van de meerder of minder Wryving, die op de As geschiedt: want de Wryving, weet men, is iets 't welk de Beweeging stuit en belemmert: 2. Van den stand van het *Zwaartepunt* van de Weegschaal, 't welk buiten het *Beweegpunt* kan geplaatst worden: 3. Van de langte der Armen; dewyl een zeer klein Gewigt een groote Kragt kan doen, als

Centre de Gravite, Centre de Mouvement

als het zeer ver van het Steunpunt afstaat.

IX. LES. I. AFDEEL. Die afhangt van de Wryving op de As.

Om de Weegschaal door vermindering van Wryving beweegbaarder te maaken, moet men zorg draagen, dat de Drukking op het Steunpunt zoo gering zy als eenigzins mogelyk is. Hierom maakt men het Juk van de Schaaltjes, die men tot het doen van deeze of geene Proeven gebruikt, en waar by men een zeer groote beweegbaarheid noodig heeft, zeer dun en ligt; dog men dient ook te letten, dat het, zo men 't al te ligt genomen heeft, zig niet verbuige en kromme onder den Last, dien men op de Schaalen legt: want uit die kromte zouden eenige andere Ongemakken ontstaan, daar wy eerlang van spreeken zullen. Met hetzelfde oogmerk, om de Wryving, naamelyk, op de As te verminderen, maakt men dezelve ook somtyds een weinig Mesgewys en scherp toeloopende. Dit middel is buiten twyffel goed; doch dan heeft men ook wel toe te zien, dat de As zelve, en die plaats van het Gat, waar op ze haar rusting heeft, ongemeen hard zy: want anders zou ze 'er met 'er tyd een in-

 sny-

IX: LES. I. AFDEEL.

ſnyding in maaken, of zelve gaan omleggen; en de Beweegbaarheid dus, wel ver van vermeerderd, in tegendeel merkelyk verminderd worden.

Van den ſtand van 't Zwaartepunt.

Als het Juk van een Weegſchaal by zyn Zwaartepunt wordt opgehangen, zullen deszelfs beide Armen, in welken ſtand men dezelve ook plaatze, altyd met elkander in Evenwigt blyven; en op het allerminſte Gewigt, dat men aan den eenen meer dan aan den anderen hangt, zal de Weegſchaal overſlaan. Deeze ongemeene Beweegbaarheid is in het dagelyks gebruik te ongemakkelyk; dewyl 'er telkens vry wat Tyd en Oplettendheid vereiſcht zou worden, om de beide Schaalen zoo volmaakt gelyk te belaaden, als noodig zou zyn om ze in Evenwigt te houden. Hierom heeft men de gewoonte, van het Beweegpunt boven en een weinig hooger dan het Zwaartepunt te plaatzen. Uit *Figuur* 29 kan men afleiden, hoe voorzigtig en behoedzaam men gebruik moet maaken van dit Hulpmiddel, 't welk, eigentlyk geſproken, niets anders is, dan een on-

PL. 4. *Fig.* 29.

onvolmaaktheid met voordagt in 't werk gebragt. Want indien eens de Driehoek ABC het Juk verbeeldt van een Weegschaal, 't welk zig om 't Punt C beweegt, en men hetzelve een hellende gestalte geeft gelyk *ab*, by voorbeeld; zo zal het Zwaartepunt, 't welk, zoo lang de twee Armen Waterpas staan, in de Lyn CD is, zig in de Lyn C*d* bevinden, en, volgens zyn aart, zyn best doen om weder op de Loodlyn CD te komen, die het verlaaten hadt. Heeft het vryheid om zyn neiging te volgen, de versnelling, die het door zyn Val krygen zal, zal het die Lyn doen voorby loopen, en tot in *f* opklimmen. En dit is ook de oorzaak van die Slingeringen, welke men in alle Schaaljukken ziet plaats hebben, en die niet gebeuren zouden, indien het Zwaartepunt niet laager in dezelve stond, dan het Beweegpunt. IX. LES. I. AFDEEL.

Dewyl dergelyke Jukken derhalven niet overhellen kunnen, zonder dat het Zwaartepunt zig eenigzins verplaatze, en die verplaatzing niet geschieden kan zonder een byzondere en eigen Werking van dat Punt,

IX. LES. I. AFDEEL.

ziet men duidelyk, dat zulk een Vorm van maakzel de Weegſchaal een gedeelte van haar Beweegbaarheid beneemt, en dat men het Beweegpunt, zoo weinig als eenigzins mogelyk is, van het Zwaartepunt moet afzonderen, en verwyderen; boven al, zo het Werktuig geſchikt zy om 'er koſtbaare Waaren, waar in het minſte verſchil van Zwaarte een verſchil van belang is, meê te Weegen.

En van de langte der Armen.

De langte der Armen doet ook niet weinig, om de voorheengemelde reden, tot bevordering van de Beweegbaarheid der Weegſchaal; 't is een middel, dat uit zyn eigen aart aanleiding geeft, om het minſte verſchil van Gewigt tuſſchen 't geen op de tweê Schaalen gelegd wordt, te merken. Maar het Juk van een Weegſchaal kan niet langer gemaakt worden, zonder dat het, teffens, of zwaarder wordt of buigzaamer: twee zaaken daar men wel degelyk op teletten heeft, en zig voor hoeden moet; de eerſte, om dat zulks de Wryving door een ſterker Drukking op de As vergroot; de tweede, om redenen,

nen, die wy nu zoo aanstonds melden zullen. IX. LES. I. AFDEEL.

Het tweede, 't geen wy in een Weegschaal, die naauwkeurig zou mogen heeten, vereischten, was dat derzelver beide Armen volmaakt gelyk en net even lang waren. Nu is 't niet genoeg, dat ze zoo zyn, als men het Werktuig eerst vervaardigd heeft, maar ze moeten in 't gebruik ook zoo blyven. Zo het Juk de vereischte Hardheid niet heeft of volkomen styf en onbuigbaar genoeg gemaakt zy, kromt het zig onder den Last, daar men de Schaalen meê belaadt; en deeze kromte, hoe klein ze ook zy, vermindert de Beweegbaarheid der Weegschaal, en is oorzaak, dat men, op 't geen ze doet, geen zekeren staat kan maaken. Want, voor eerst, als de Regte Lyn AB krom wordt, en een Bogt als die van *a*C*b* aanneemt, kan men de kromtens van weêrszyden aanmerken, als of ze de Regte Lynen *a*C en C*b* waren, en met malkanderen nevens de Lyn *ab* een Driehoek vormden, daar men het zelfde van zeggen kan, 't geen wy te vooren van den Driehoek, in *Figuur* 29 afgebeeld,

De gelykheid der Armen. Tweede Eigenschap.

Pl. 4. *Fig.* 30.

IX. Les I. Afdeel.

beeld, gezegd hebben. De Streeklynen, ten anderen, van de Beweegkragten *af* en *bg*, maaken niet langer Regte Hoeken met de kromgeboogen Armen van het Juk. Dit, 't is waar, is wel juist geen gebrek, zo die Hoeken, schoon veranderd en nu verschillende van 't geen ze te vooren waren, slegts altyd gelykvormig aan elkander blyven; en om zig daar van wel te kunnen verzekeren, is 't ook, dat men gewoon is, een Standertje, doorgaans de Evenaar genoemd, Loodregt op 't midden van het Juk op te regten. Als men den Beugel los en vry hangen laat, neemt hy van zelf door zyn eigen zwaarte een stand volgens de Loodlyn aan, en hangt regt op en neêr, waar uit men altoos zien kan, wanneer de Evenaar loodregt staa op het Waterpas, en als men zulks ziet, besluit men 'er uit, dat de twee Armen van de Weegschaal wederzyds gelyke Hoeken maaken met de Streeklynen der Beweegkragten, die 'er van weerskanten aan hangen. Maar dan veronderstelt men ook, gelyk men ziet, dat het Juk of volkomen regt gebleeven is,

of

of dat het zig van weerzyden even eens verboogen; en deszelfs beide Armen een gelyke kromte aangenomen hebben: want zo het gedeelte CB, by voorbeeld, zig ſterker doorgeboogen heeft, dan het ander AC, zal die Lyn C*b* ook korter moeten zyn dan *a*C, en derzelver ſchuinsheid en helling op *bg* niet meer met die van de andere op *af* overeenſtemmen.

IX. LES, I. AFDEEL.

Dit verſchil van de helling der beide Armen, dat men met regt te dugten heeft, als het Juk buigbaar is, en de moeielykheid om het min of het meer van dat verſchil in 't dagelyks gebruik te kunnen weeten en wel te ſchatten; zyn de redenen, waar op ik de derde hoedanigheid, tot een goede Weegſchaal vereiſcht, grondveſt. Als men door de keur der Stoffe, die men 'er toe neemt, door de wyze waarop men dezelve bearbeidt, met een welgeſchikte Vorm en gepaſte dikte, een Weegſchaals Juk heeft toegeſteld, wiens Armen, zonder dat 'er egter de andere noodzaakelyke vereiſchtens ondertuſſchen door benadeeld worden, volkomen onbuigbaar

De zelfde ſtand en Streeklyn der Armen Derde hoedanigheid.

IX. LES. I. AFDEEL.

baar zyn, zullen ze beiden altyd in een zelfde Streeklyn blyven ſtaan, en hun Evenwigt zal enkel en alleen afhangen van het gelyk Gewigt der Stoffen, daar ze meê belaaden zyn. Dit egter heeft men enkel te verſtaan van het Juk alleen, en als 'er de Schaalen niet aanhangen: want derzelver Hangpunten veranderen van plaats wanneer het Juk begint over te hellen: en daar door komt een der Beweegkragten dan het Steunpunt nader, terwyl de andere 'er verder van af raakt, gelyk uit *Fig.* 31 blykt.

Verandering der Hangpunten. *Pl.* 4. *Fig.* 31.

Laaten A en B de twee gaten verbeelden, daar men de Ringen of Haakjes door ſteekt, waar aan men de Schaalen ophangt. Zoo lang het Juk waterpas blyft, zyn de Hangpunten in *a* en in *b*, op gelyke afſtanden weêrzyds van 't Middelpunt der Beweeging *c*. Maar als het Juk begint over te hellen, en te ſtaan, by voorbeeld, als DE, verglyden de Ringen, en de eene zal zig in *d* verder van 't Beweegpunt af, de ander in *e* nader by hetzelve, dan ze te vooren waren, bevinden. En dit is, ook de reden, waarder

om een los Juk alleen geweldig Slingeren kan, terwyl het merkelyk minder slingert als 'er de Schaalen aanhangen, inzonderheid wanneer het zeer sterk overhelt, dewyl 't in dit geval zyn Evenwigt geheel verliest.

IX. Les. I. Afdeel.

Men kan hier by ook nog aanmerken, dat dewyl men doorgaans die gaten vry groot maakt, om meer spels en vryheid aan de Ringen te geeven, schoon wel de Middelpunten van die gaten in eene en dezelfde Lyn staan met het Middelpunt van de As, de twee Armen egter van het Juk, die, eigentlyk gesproken, door de Lynen *ac* en *bc* verbeeld worden, daarom juist niet ééne zelfde regte Streeklyn hebben: dewyl de Hangpunten niet eigentlyk in 't Middelpunt zyn der gaten, maar wel in derzelver benedenste Punten *a* en *b*. En dit is iets daar men in 't maaken der Weegschaalen buiten twyffel op letten moet; dewyl hier uit alleen ontstaan kan, dat het Zwaartepunt zig buiten het Beweegpunt bevinde (*). De

Zy veranderen de Streeklyn van de Armen.

(*) [Om die reden maakt men thans gemeenlyk de Jukken zodanig, dat de Ringen niet als in *Fig.* 31, maar dwars op de Armen staan, en 't Hangpunt in derzelver Streeklyn komt. H.]

IX. LES. I. AFDEEL.

Evenaar en Tegenwigt. *Pl. 4. Fig. 32*

De Standert of Evenaar, die men op het Juk plant om te weeten, wanneer hetzelve Waterpas ſtaat, weegt ook, als de Weegſchaal overhelt, min of meer op een der Armen, gelyk men uit *Figuur* 32 zal kunnen zien. Zy zou daarom, telkens als ze naar deeze of geene zy de overwykt, tot misrekening aanleiding geeven kunnen, indien men dit gebrek niet te gemoet kwam, door middel van een Tegenwigtje *bi*, 't welk men, vlak tegen haar over, onder tegen het Juk aan vaſt maakt. Maar dit Tegenwigt neemt ſlegts een gedeelte van het kwaad weg, zo deszelfs zwaarte niet volmaakt de zelfde zy als die van de Evenaar, 't geen altyd niet wel zoo juiſt te treffen is, als men, gelyk men doorgaans doet, het Juk *mn*, de Evenaar *kl*, en het Tegenwigt *bi*, uit één en hetzelfde ſtuk maakt.

Voorzorg in 't gebruik der Weegſchaal.

Een op de allerbeſte en voorzigtigſte wys vervaardigde Weegſchaal zou ook door 't gebruik min naauwkeurig en gebrekkelyk kunnen worden, als men 'er zig niet behoorlyk van bedient. Zy zou, by voorbeeld, niet be-

beweegbaar genoeg meer kunnen zyn, en zelfs valſch en bedriechelyk worden door de ongelyke langte der beide Armen, indien men het Gewigt, daar men de Schaalen meê belaadt, niet eeniger maate ſchikte naar de Kragt van 't Juk, en 't geen hetzelve lyden kan. Want door een al te zwaaren Laſt zou 'er te groot eene Drukking, op de As, en daar door te ſterk een Wryving op dezelve ontſtaan, die de Beweegbaarheid belemmerde, en de Armen zouden zig krommen en verbuigen kunnen, en dus de ganſche Weegſchaal in den zelfden gebrekkelyken toeſtand brengen, als of ze heel kwalyk en zonder konſt gemaakt was. Men zou ook gevaar loopen van iets, dat niets minder dan Evenwigt was, voor Evenwigt aan te zien, zo de Beugel, of het zoogenaamde Huisje, kwalyk opgehangen, of in zyn verſchuiven en vryen loop belemmerd, geen volkomen Loodlynſchen ſtand aannam: want in zulken geval zou 't gebeuren kunnen, dat het Juk niet Waterpas ſtond, zonder dat men 't egter merkte; en men zal ongetwyffeld uit

IX. LES. I. AFDEEL. Weegschaal. PL. 4. Fig. 33.

Weegschaal verschilt, dat ze tusschen twee elkanderen zeer ongelyke Kragten Evenwigt maakt. Een enkel Gewigt P alleen, dat men op verscheiden afstanden van de As of het Steunpunt C plaatst, dient om 'er allerhande zwaarwigtige dingen, het een merkelyk zwaarder dan het ander, en die men aan den Haak R ophangt, meê te weegen. Want dewyl de Arm CH van den Hefboom in Graaden afgetekend, en de Kragt van P bekend is, kan men uit het verschil der afstanden tusschen PC en RC gemakkelyk afleiden, hoe veel het Gewigt of Pak R zwaarder weegt dan P (*).

Derzelver voor en nadeel.

Wy zullen ons met dit Werktuig niet lang ophouden, om dat men 'er byna alles, wat we van de gemeene Weegschaal gezegd hebben,

(*) [Het Weegen met de Unster, als enkel Hefboom van de Eerste Zoort, is gemakkelyk te begrypen. Ik veronderstel, dat de Arm CR even lang is, als yder der 7 verdeelingen, die men op den anderen Arm CH ziet. Het Gewigt P is een bekend Gewigt: laat het 5 Pond zyn, om nu te weeten hoe Zwaar het Pak R is, dat gewoogen moet worden, heeft men slegts P, als het met R tot

ben, op kan toepassen. Alleen zal ik dit nog aanmerken, dat de Unster in 't gebruik vry gemakkelyk is, daar om, om dat ze slegts een enkel Gewigt, en 't welk nog daarenboven niet zeer zwaar behoeft te zyn, noodig hebbende, in 't klein ligtelyk meê gedraagen en werwaarts men wil heen gebragt kan worden. En, wanneer men dezelve in 't groot wil gebruiken, en 'er zeer zwaare Pakken en Lasten, die men niet wel verdeelen kan, meê weegen; behoeft men dat groot getal van allerhande zoorten van Gewigten niet, dat men met zoo veel moeite by een sleept en verzet; en daarenboven heeft ook het vast punt, daar men deeze Schaal aanhangt, als zoo sterk niet belaaden zynde, merkelyk minder te lyden. Maar aan den IX. Les. I. Afdeel.

tot Evenwigt gebragt is, te vermenigvuldigen met deszelfs afstand van het Steunpunt C: want dewyl CR op 1 gesteld is, behoeft men niet te deelen. P hangt hier op Streep 5. 5 Afstands derhalven met 5 Gewigts vermenigvuldigd, geeft voor de Zwaarte van R 25 Ponden. Dus op Streep 4, 20 Pond, op 6, 30]

IX. LES. I. AFDEEL.

den anderen kant heeft men egter ook aan te merken, dat dit Werktuig niet gevoegelyk dienen kan, om 'er dingen van geringe zwaarte naauwkeurig genoeg meê te Weegen, daarom, naamelyk, om dat het niet beweegbaar genoeg is, 't welk voornaamentlyk daar uit ontstaat, dat een van de Armen zeer kort is (*),

Van

(*) [Men koppelt ook zomtyds verscheiden Hefboomen aan malkander, zoo dat de Eerste een Tweeden, de Tweede een Derden, &c. in beweeging brengt. Men kan 'er een groote Kragt meê doen en op een verren afstand. De Leezer kan 'er de *Figuuren* van nazien by de Heeren MUSSCHENBROEK, DESAGULIERS en elders. Ik zal 'er alleen maar van zeggen, dat men, om derzelver Kragt te berekenen, slegts de langten der Armen, waar aan in yder der Hefboomen de Beweegkragt werkt, met malkanderen heeft te vermenigvuldigen: die Som geeft het vermogen der Beweegkragt, of de waare langte van den eenen Arm, daar die Beweegkragt aan werkt, indien men de verscheiden Hefboomen als een enkelden Hefboom wil aanmerken. Het vermogen of den arm van den Weêrstand kent men desgelyks uit het met malkander vermenigvuldigen van al de verscheiden Armen, daar de Weerstand in die Hefboomen aan hangt. Laaten 'er, by voorbeeld, drie zyn; van welker Eersten de arm van de Beweegkragt 3, die van den Weer-

Van de Katrollen.

IX. LES. I. AFDEEL. De Katrol. PL. 4. Fig. 34.

De *Katrol*, in *Figuur* 34 afgebeeld, is een rond, en doorgaans plat Lighaam, 't welk zig op zyn Middelpunt C beweegt, en welks buitenste Omtrek uitgehold is met een Groef of Sleuf, waar in een Keten of Touw loopt, aan wier een end de Beweegkragt E, F, of

Weerstand 1 is; van den Tweeden 4 en 1, van den Derden 5 en 1. Derhalven 3 maal 4 maal 5 = 60 voor de Som of waaren Arm der Beweegkragt: 1 maal 1 maal 1 = 1 voor dien van den Weerstand. Een Gewigt van 10 Ponden zal derhalven op die wys 600 Pond opweegen: want 60 maal 10 = 600.

Men ontmoet ook Gevallen, waar in verscheiden Weerstanden, of verscheiden Beweegkragten op verschillende afstanden van 't Steunpunt aan één en denzelfden Hefboomen werken. Verscheiden Menschen, by voorbeeld, loopen in een Spil aan dezelfde Handspaak, of rigten met malkander een Balk, een lange Ladder, enz. over end. Om nu de gansche Som der Kragt, die aan den éénen, of aan den anderen Arm geschiedt, te kennen, vermenigvuldigt men yder byzondere Kragt, 't zy Weerstand, 't zy Beweegkragt, met haar eigen byzonderen afstand van 't Steunpunt. De uitkomsten, elk voor zyn Arm, by elkander gevoegd, geeven de Som van de gansche Kragt, die op dien Arm werkt. Drie Persoonen van verschillende Kragten draaien met elkan-

IX. LES. I. AFDEEL. of G, en aan 't ander de Weerſtand F werkt.

De Sleuf. PL. 4. Fig. 35. Het Touw moet deeze Katrolſchyf doen omdraaien, of de Schyf het Touw voorttrekken: hierom is men gewoon, wanneer men vreeſt, dat hetzelve mogelyk over de Schyf glyden zou, de Sleuf ſcherp uit te hollen, als in *Figuur* 35, op dat het Touw 'er in bekneepen worde, of dezelve met kleine uitſteekende Puntjes te wapenen, die het Touw vatten.

Nagel en Blok. PL 4. Fig. 34. De Katrolſchyf beweegt zig doorgaans in een Blok of Beugel CD, die de As of Nagel C ophoudt; doorgaans maakt men de enden van die As in den Beugel vaſt, en doet 'er de Schyf om heen draaien; maar 't zou

kander een Spil aan een en dezelfde Handſpaak; de eerſte, die een Kragt kan doen als van 30 Ponden, bevindt zig aan 't uitend van den Hefboom op 6 Voeten afſtands van 't Beweegpunt; de Tweede, die zwakker is en maar met 25 Ponden Kragts werken kan, draait op den afſtand van 4 Voeten; een Jongen, die 15 Kragten toebrengt, loopt op 2 Voeten afſtands. De ganſche Kragt derhalven, die aan de Handſpaak gedaan wordt, komt uit op 310. want 30 maal 6 = 180, 25 maal 4 = 100: en 15 maal 2 = 30. Welke uit-

zou buiten twyffel beter zyn, dat men de As in de Schyf zelve vast maakte, en haar dus te gelyk met haar Nagel in de Gaten van den Beugel draaien liet; om dat 'er op die wys, dewyl de Beweeging over een kleinder oppervlakte geschiedde, minder Wryving zou plaats hebben; en schoon dan zelfs met 'er tyd die gaten van het Blok mogten uitslyten en wyder worden, zou egter, dewyl het altyd derzelver benedenste gedeelte blyft daar eigentlyk de Kragt of draajing op geschiedt, de Schyf zonder horten en stooten even eens rond blyven loopen; 't geen onmogelyk zyn kan, als het gat in 't Middelpunt van de Schyf uitgesleeten en te wyd geworden is.

uitkomsten van de drie persoonen, by een gevoegd, maaken 180 en 100 en 30 = 310. Zy zullen op die wys derhalven, met hun drieën (de Wryvingen &c. uitgezonderd) 310 Ponden Gewigts ophouden. In de Hefboomen van de twee andere Zoorten, gelyk by 't opregten van een Balk of Ladder, daar ze, in 't algemeen genomen, in 't eerst als een Hefboom van de Tweede Zoort, en op 't laast als een van de Derde Zoort, aan werken, heeft gelyke Rekening plaats.]

IX. LES. I. AFDEEL. Aart en Werking der Katrol.

De Proefneemingen, tot welke wy nu zullen overgaan, zullen ons deeze drie dingen inzonderheid doen zien. 1. Dat men zig van een Katrol bedienen kan, als van een Hefboom van de Eerste Zoort, wiens Armen wederzyds even lang zyn; en waar aan twee Beweegkragten, elkanderen in vermogen gelyk, altyd in Evenwigt blyven, volgens welke Streeklynen men ook dezelve werken laat. 2. Dat de Beweegkragten, die men aan een Katrol gebruikt, zoo veel meer Kragts en Werking zullen doen, naar maate ze verder van de As der Schyf afstaan. En eindelyk 3. dat de As den Last of 't Gewigt draagt van de gansche Som van de Beweegkragt en den Weerstand teffens, en dat derzelver wederwerking volgens een Streeklyn geschiedt, die evenwydig loopt met de Streeklynen van die Kragten, of wel, zo deeze schuins op elkander staan, die gerigt is naar het Punt daar dezelve zamenloopen.

X.

X. PROEFNEEMING.

IX. LES. I. AFDEEL.

Toestel.

In Figuur 36, ziet men een Werktuig afgebeeld, dat uit twee Pylaaren of regtopgaande Standerts bestaat, die op een Tafeltje, welks langte grooter is dan de breedte, opgerigt en vastgezet zyn. De een draagt een open of doorgeslaagen Metaalen Katrolschyf; de ander een Hefboom in de vorm van een Winkelhaak, wiens Armen wederzyds even lang zyn, en die op zyn nagel, waar meê *hy* aan de Pylaar vast is, met volle *vryheid* draait, en zig beweegt in 't zelfde Vlak als de Katrolschyf. *Pl. 4. Fig. 36.*

Men slaat, voor eerst, een Koord over de Schyf, aan wier beide enden men de twee even zwaare Gewigten P en R vastmaakt, die men evenwydig aan elkander en volgens een Loodlynsche Beweegstreek, regt nederwaards, als AP en BR, werken laat.

Vervolgens neemt men het Gewigt R af, en hangt het aan het Koordje, dat aan den arm

IX. LES. I. AFDEEL.

D van den Krommen Hefboom ED vast is; de Koord, die over de Schyf liep, knoopt men met haar end, daar R aan hing, aan den anderen arm E van den Hefboom, zoo dat die Koord nu loope als PAFE.

Eindelyk brengt men 't Gewigt R weêr op zyn voorige plaats, en draait den krommen Hefboom zoo ver om, dat D zig in *d*, en E zig in *e* bevinde: daar op hangt men het Gewigt P aan het Koordje *dp*, en maakt de Koord AP, daar dat Gewigt te vooren aan hing, aan den Arm *e* van den draaienden Hefboom vast: zoo dat ze loopt als A*fe*.

Uitwerkzels.

Gelyke Gewigten blyven aan de Schyf in Evenwigt.

De twee Gewigten P en R blyven altyd met malkanderen in Evenwigt, niet alleen als ze beide evenwydig aan elkander en volgens de Loodlyn regt nederwaarts hangen, als AP, BR, maar ook, wanneer een van hun Waterpas op de Katrolschyf werkt, als FE, of *fe*, en, 't zy dat de Koord drie vier-

de

de deelen van de Schyf BFA*f*, of flegts één vierde als AF besla. IX. LES. I. AFDEEL.

Opbelderingen.

Men kan de Katrolschyf AFB aanmerken als een vereeniging of zamenkoppeling van Hefboomen van de Eerste Zoort, wier *Armen* wederzyds even lang zyn, en die in het Middelpunt C, daar de As der Schyf is, hun gemeen Steunpunt hebben. Als de Koord van weêrskanten Loodregt nederwaarts hangt als AP en BR, moet dezelve, zo ze over de Schyf niet verglyden kan, eveneens werken, als of ze uit twee stukken *bestondt*, van welke het een in A, en 't ander in B was vastgemaakt. Noodzaakelyk moet 'er derhalven ook Evenwigt zyn tusschen de *twee Gewigten* P en R, om dat zy beiden op gelyke afstanden van het Steunpunt haar Kragt doen, en beide Loodregt met haar Streeklynen staan op de Armen van den Hefboom, de een op AC, de ander op BC. De Katrol een regte Hefboom van de Eerste Zoort.

Om dezelfde redenen blyft ook het Evenwigt in de twee andere gevallen stand houden. Of een kromme.

I 5 den.

IX LES. I. AFDEEL.

den. De halve Middellynen van de Schyf FC en *f*C zyn aan de twee voorheengenoemde AC en BC gelyk, en de Streeklynen EF en *ef* vallen 'er Loodregt op, even eens gelyk RB Loodregt hing aan BC, en PA aan AC. Het eenigst onderscheid, dat 'er is, bestaat alleen hier in, dat de Beweegkragten in 't eerste geval met een regten Hefboom AB werkten, en dat ze nu in deeze gevallen werken als met kromme Hefboomen ACF en AC*f*: 't geen, gelyk we te vooren hebben doen zien, dezelfde Uitwerkzels geeft, en dus op één uitkomt.

Bladz. 78.

XI. Proefneeming.

Toestel.

Pl. 4 Fig. 37.

Figuur 37 vertoont een Katrolschyf uit drie Schyven van verscheiden dikte zamengesteld, wier vlakken boven elkander topswyze uitsteeken, en op hun buitensten Omtrek, naar gewoonte, met Sleuven zyn uitgehold. De Middellynen en bygevolg ook de halve Middellynen van deeze Cirkels of Schy-

Schyven, ſtaan in dezelfde evenredigheid tot elkander als de getallen 1, 2, en 3. Om de binnenſte en allerkleinſte van deeze drie omtrekken *d* ſlaat men een Koord, waar aan men twee Gewigten H, I, yder van 6 Oncen hangt. In *a* en in *b* maakt men twee andere Koorden vaſt, die over de Omtrekken der twee andere grootere Schyven *a* 3 en *b* 2 loopen, en uit derzelver Punten 3 en 2 Loodregt nederwaarts hangen: als 3 L, 2 K. IX. LES. 1. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Hoe verder van 't Beweegpunt, hoe grooter Kragt.

Als de twee Gewigten in H en in I hangen, is 'er Evenwigt tuſſchen die twee Gewigten, en 6 Oncen zyn aan 't een end van de Koord zoo zwaar als aan het ander. Neemt men het Gewigt H weg, en hangt men een ander van 3 Oncen aan den Haak K; dit zal ook Evenwigt maaken met de 6 Oncen die in I zyn: en zo men dat van K eindelyk ook wegneemt, en een ander van 2 Oncen aan L hangt, zullen deeze twee Oncen in L ook de 6 Oncen van I opweegen.

Op-

IX. LES. I. AFDEEL.

Ophelderingen.

Even als in den Hefboom.

Dewyl de halve Middellyn C 1 gelyk is aan de halve Middellyn C *d*, moet 'er noodwendig Evenwigt zyn tusschen twee gelyke Gewigten H en I, yder 6 Oncen zwaar; om dat zy op denzelfden afstand wederzyds van 't Steunpunt staan, en hun Kragt doen. Maar dewyl de halve Middellyn der tweede Schyf C 2 eens zoo groot is als C *d*, moeten de twee Gewigten, zullen ze Evenwigt maaken, tot elkander staan in de omgekeerde reden van deeze hunne afstanden van 't Steun- of Middelpunt C, dat *is*, *als* 1 *tot* 2, het één eens zoo klein als het ander. *Dus ziet* men ook dat 3 Oncen Evenwigt maaken met 6 Oncen; en om dezelfde reden kunnen 't ook 2 Oncen doen op een afstand die driemaal zoo lang is; gelyk C 3, die driemaal C *d* evenaart.

XII. PROEFNEEMING.

Toestel.

Pl. 4. Fig. 38.

De Katrolschyf G H rust met haar As op twee

twee Metaalen Ringetjes, daar ze in loopt, en die van wederzyden onderfteund en opgehouden worden door middel van Koorden, die, elk aan haaren kant, voor en agter de Schyf, over twee kleine Katrolletjes loopen en zig vereenigen by de twee Gewigten B en D; die beide even zwaar zyn. De groote Schyf GH heeft dus tweederlei beweeging: zy draait, volgens gewoonte, rond op haar As, en zy kan ook, te gelyk met haar As, een zekere langte nederwaarts daalen, als de Weerftand der Gewigten B en D, die haar ophoudt, weggenomen wordt.

IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Deeze twee laaftgenoemde Gewigten B en D geeven toe, en de Schyf daalt omtrent ter langte van twee Duimen, als men twee andere Gewigten E en F, die met malkander, en met de Schyf teffens, een weinig zwaarder dan B, en D, weegen, met evenwydige Streeklynen en Loodregt nederwaarts aan G en H ophangt: maar de Schyf begint weder een weinig te ryzen, als men het Ge-

Dragt van 't Beweegpunt,

IX. LES. I. AFDEEL.

Gewigt F weggenomen hebbende, de Koord HF met de hand volgens de Streeklyn AC houdt.

Ophelderingen.

of den Nagel van de Katrol.

Als de twee Gewigten E en F evenwydig aan elkander hangen, ſtaan ze met de Streeklynen, volgens welke zy hun Kragt doen, Loodregt op G en op H. Deeze moet men hier als de uit-enden aanmerken van een regten Hefboom GH, op zyn Steunpunt, juiſt in 't midden, beweegbaar; en in dergelyk geval, gelyk wy te vooren hebben aangetoond, draagt het Steunpunt de ganſche Som van beide de Kragten of Gewigten teffens. De As of Nagel van de Schyf, die hier het Steunpunt is, wordt derhalven naar beneden getrokken met een Kragt, die de twee Gewigten E, F, en het Gewigt der Schyf zelve, t'zamen genomen, evenaart: de twee andere Gewigten B en D, die de Schyf ophouden en hier derzelver Weêrſtand, of wederwerking van beneden naar om hoog verbeelden, zyn een weinig zwakker, dan die

ſtraks-

ſtraksgemelde Som der 't zamengenomen Gewigten. De Schyf daalt derhalven naar beneden. Maar zy herſtelt zig en ryſt weder een weinig, als één der enden van de Koord niet langer evenwydig is met de andere. Want in zulken geval, gelyk hier by voorbeeld, werkt de Kragt, die de Schyf draagen en weerſtaan moet, volgens de Lyn I K, en dus niet meer Loodregt, maar ſchuins, en derhalven met minder vermogen, tegen de twee Beweegkragten B en D. IX. LES. I. AFDEEL.

Gevolgen.

De Katrol, als een Hefboom van de eerſte Zoort gebruikt, is een eenvoudig en zeer gevoeglyk middel, gelyk men 'er zig dan ook dikwils ten dien einde van bedient, om een Lighaam werwaarts heen men wil in beweeging te brengen. Want op welk eene wyze, en met welk eene Streeklyn een Beweegkragt, mits in 't zelfde Vlak met de Schyf blyvende, ook op een Katrol werke, altoos valt ze Loodregt op de eene of de andere van derzelver Middellynen, en werkt daar Nut en gebruik der Katrol.

IX. LES. I. AFDEEL.

daar door altyd met haar volle Kragt en uiterst Vermogen. Schoon dus een Paard, by voorbeeld, natuurlyker wys trekt en zyn meeste werking doet volgens een Lyn die Waterpas loopt: men kan het egter, door middel van Dwarskatrollen, al zyn Kragt doen oeffenen op een Wederstand, wiens natuurlyke Loopstreek de Loodlyn is; en schoon een Gewigt altyd geneigd is om te vallen, en hoe langs hoe laager te daalen, men kan het egter doen ryzen, zo men door middel van een Katrol een zwaarder Gewigt 'er tegen stelt.

Haar voordeel op den Hefboom.

De Kromme Hefboomen van verscheiden gedaante en Vorm, doen de Lighaamen, gelyk we voorheen reeds aanmerkten, ook wel deeze of geene Streeklyn van Beweeging, naar men verkiest, aanneemen, maar de Katrol heeft op hun dit voordeel, dat ze de Beweeging, eens begonnen, zonder vertoeving door verplaatzing van 't Werktuig, aan den gang doet blyven; en dat de Beweegkragten altyd dezelfde Streeklynen behouden, daar ze eerst meê begonnen te werken.

Dit

Dit onderſcheid zal men ligtelyk op het bloot gezigt en uit de vergelyking van *Figuur* 22 en 36 kunnen bemerken. IX. LES. I. AFDEEL.

PL. 3. en 4.

Dewyl een Katrol, met verſcheiden Sleuven, die alle één en 't zelfde gemeen Middelpunt hebben, gegroefd, gelyk by voorbeeld die van *Figuur* 37, dienen kan, om Beweegkragten van verſchillende vermogens, Gewigten van verſchillende Zwaarte, met elkander overeen te brengen, en even ſterk van Kragt te maaken, als men de Middellynen dier Sleuven de behoorlyke evenredigheid geeft; kan men ook bygevolg op die wys beſtendig of Evenwigt, of altyd ééne zelfde onderlinge evenredigheid tuſſchen twee Beweegkragten doen ſtand houden, ſchoon dezelve onophoudelyk van vermogen veranderen, en allenskens ſterker worden of zwakker. Want in plaats van verſcheiden zulke *Eenmiddelpuntige* Sleuven te neemen, kan men 'er ſlegts ééne maaken, niet die in zig zelve doorloopt, en ſlegts een ronden Cirkel vormt, maar, die de gedaante van een *Slangswyze* Lyn aanneemen-

Slangswyze Katrolſchyf. PL. 4. Fig. 37.

Concentriques

Spirale

IX. LES. I. AFDEEL. de, zig allenskens hoe langs hoe meer van haar Middelpunt verwydert, in de zelfde evenredigheid, volgens welke eene der twee Beweegkragten allenskens zwakker wordt.

De Snik van een Uurwerk. Een der gelukkigste uitvindingen, waar toe dit gevolg aanleiding gegeeven heeft; is dat men de Werking der Veeren, die de Zak- en andere Uurwerken in beweeging houden, eenpaarig, en altyd met zig zelve gelykvormig heeft weeten te maaken. In de Tweede Les hebben wy gezegd, dat deeze Veeren, even gelyk alle andere, naar maate dat ze zig ontspannen, hoe langer hoe zwakker beginnen te worden; *dewyl nu* het Raderwerk, dat ze in beweeging houden moeten, haar altyd denzelfden en even sterken Weêrstand biedt, zou 'er onvermydelyk uit volgen, dat de Uurwerken, geduurende den ganschen tyd dat de Veer zig ontspande, allenskens hoe langer hoe traager loopen moesten, zo men geen middel gevonden hadt om dat gebrek te verhelpen. In plaats van de Ketting, daar de Veer meê gespannen wordt, om een *Rol* te winden, laat men ze loopen

I Deel. I Stuk bladz. 184.

Cylindre

om

om een *Snik*, welker figuur van dien aart is, dat haare draaijen allenskens kleinder van Middellyn worden, naar maate en in dezelfde de evenredigheid, dat de Spanning der Veer toeneemt. * De gansche konst bestaat alleen maar in 't vinden van de juiste evenredigheid; dewyl men door redeneering en berekening niet verder dan slegts tot een ten naasten by kan komen. De Uurwerkmaakers zyn hier altyd tot proef en toets genoodzaakt, dewyl de Veeren nooit volkomen regelmaatig buigbaar zyn, of in alle de gedeeltens van haar gansche langte even Veerkragtig (*).

IX. LES. I. AFDEEL.

Fusée PL. 5. *Fig.* 39.

Wanneer men weet, welk een last en zwaarte een Katrolschyf zal te draagen hebben, is men ook in staat, om haar de gevoeglykste figuur, zulk eene dikte en grootte te geeven,

Voorzorg in 't gebruik der Katrol.

(*) [Over den aart en werking der Snik, derzelver maakzel en de wyze, waar op ze gevormd wordt, kan de Nederduitsche Leezer breeder nazien II Deel. I Stuk. bladz. 130 *Aanteekening*; en het daar aangehaalde *Schouwtoneel der Natuur*, 17. Deel, bladz. 181.]

IX. LES. I. AFDEEL.

ven, als tot het Werk, daar ze toe dienen moet, de bekwaamste zy. Het geen men inzonderheid op 't oog moet hebben, is voor eerst, dat men ze sterk genoeg maake; ten tweeden, dat men ze niet dikker maake dan het Werk vereischt, om de noodelooze Wryvingen van een al te groote Oppervlakte te vermyden. Maar dewyl het Blok van een Katrol altyd aan het een of 't ander vast punt hangt, heeft men ook wel te letten, dat het geen, waar aan men de Katrol vast maakt, sterk en stevig genoeg zy, om de Kragt, die 'er op de As van de Schyf gedaan zal worden, te kunnen *uitstaan*. Zelfs behoort men ook op 't verschillend beloop der Streeklynen agt te geeven, volgens welke die Kragt mogelyk haar Werking zal doen: want in 't één geval zou 't het misschien een Steunpunt uithouden, 't welk in andere gevallen bezwyken zou.

De Katrol als een Hefboom van de tweede

De enkelde Katrol kan men ook als een Hefboom van de tweede Zoort aanmerken. Zy heeft inderdaad dezelfde Eigenschappen, en werkt op zulk een wys, wanneer de Weer-

Weerſtand R, als in *Figuur* 40, aan het Blok zelf hangende, de Koord met haar een end aan 't één of 't ander vaſt punt, aan *a* by voorbeeld, of aan *g* is vaſt gemaakt, terwyl haar ander end door een Beweegkragt als P of *d* getrokken of opgehouden wordt. In zulken geval zyn de Streeklynen van de Beweegkragt en van den Weêrſtand of evenwydig aan malkander, gelyk *d*E en *c*I, of zy loopen ſchuins naar elkandere toe, gelyk P*k* en *ck*.

IX. LES. I. AFDEEL.

Zoort aangemerkt.

PL. 5. *Fig.* 40.

In het eerſte van deeze twee gevallen draagt de Beweegkragt ſlegts de helft van het Gewigt van den Weêrſtand: in het tweede wordt de Beweegkragt zwakker, en de wederwerking van 't Steunpunt rigt zig naar het Punt daar de Streeklynen van de Beweegkragt en van den Weerſtand zamenloopen, naamelyk naar *k*.

Eigenſchap der Kragten op een Beweegbaare Katrol.

XIII. Proefneeming.

Toeſtel.

A en B, in *Fig.* 41, zyn twee kleine Spilet-

PL. 5. *Fig.* 41.

IX. LES. I. AFDEEL.

letjes, drie Duim yder lang, die in twee doorgewerkte Spouningen, welke men in de beide Armen van de Schraag G gemaakt heeft, heen en weder schuiven kunnen. Het eerste A strekt tot een vast Punt aan een Koord, die om een Katrolschyf, daar het Gewigt D aan hangt, heen loopt, en met haar ander end vastgemaakt is aan den Arm van een Weegschaal, daar men de Schaal heeft afgenomen, en in derzelver plaats een klein Gewigtje in H opgehangen om haar door dat middel Evenwigt met zig zelve te doen behouden. Deeze Weegschaal hangt aan 't ander Spilletje B.

Men stelt eerst de twee Spilletjes op zulk een afstand van malkander, dat de twee enden van de Koord, die om de Schyf geslagen is, van weêrzyden, zoo als ze zig van de Schyf af naar A en H strekken, evenwydig loopen.

Vervolgens schuift men de Spilletjes verder van malkanderen af, en doet daar door de twee enden van de Koord schuins van elkander af loopen, gelyk P *l*, by voorbeeld, en

en *gm* in *Fig.* 40; en in beide gevallen zet men zoo veel Gewigts op de overblyvende Schaal, als 'er vereischt wordt, om het Juk van de Weegschaal in een Waterpas stand te houden. IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

De Katrolschyf en 't Gewigt, dat 'er aanhangt, D, weegen te zamen 8 Oncen: en als de beide enden van de Koord evenwydig aan malkander en in de Loodlyn, regt op en nederwaarts, staan, worden 'er maar 4 Oncen op de Schaal vereischt om Evenwigt te maaken; maar wanneer de Koorden schuins van malkander afloopen als P *l* en *g m* in *Figuur* 40, moet men de Schaal zwaarder belaaden, om het Evenwigt te houden.

Ophelderingen.

By Evenwydige Streeklynen draagt de Beweegkragt

Als men den Arm H van de Weegschaal als een Beweegkragt aanmerkt, die de Schyf en 't Gewigt, dat 'er aanhangt, na dat men 't ander end van de Koord aan 't Spilletje in

IX. LES. I. AFDEEL.

de helft van den Weerstand.

A heeft vastgemaakt, ophoudt, mag men, zonder vrees van zig te zullen misrekenen, het Gewigt, dat men op de Schaal legt, wel voor de Kragt neemen, die 'er, als alles in Evenwigt is, op de Beweegkragt geschiedt, en zy bygevolg in staat is te draagen. Nu ziet men derhalven dan ook duidelyk in de Uitwerkzels van deeze Proefneeming het bewys van 't geen we te vooren zeiden: 1. Dat de Beweegkragt, als de Streeklynen der twee tegen elkander aanwerkende kragten, de Beweegkragt en den Weerstand, evenwydig zyn, niet meer dan de helft van 't Gewigt of de Kragt van den Weerstand draagt. Want in het eerste geval, waar in de beide enden der Koord evenwydig aan malkander loopen, is *c*I Streeklyn van den Weêrstand, ook evenwydig aan *de*, die de Streeklyn is der Beweegkragt; en 4 Oncen, in de Schaal der Weegschaale gelegd, weegen de 8 Oncen van D op: 2. Dat, wanneer de Streeklynen van de twee tegen elkander werkende kragten niet meer Evenwydig zyn, de Beweegkragt ook niet meer

PL. 5. *Fig.* 40.

By schuinze wordt ze zwakker.

meer in ſtaat is, en te zwak wordt, om de helft van den Weerſtand op te weegen en tegen te ſtaan; en dat de Streeklyn van het Steunpunt regt heen gaat door het zamenlooppunt der twee andere Streeklynen. Want in het tweede geval van de Proefneeming, waar in de Beweegkragt ſchuins werkte als P*k*, zagen wy dat 4 Oncen op de Schaal niet genoeg waren om Evenwigt te maaken; gelyk men verder uit *Figuur* 40 zien kan, dat de Hoek *gkc*, gelyk is aan den Hoek van den anderen kant P*kc*.

IX. LES. I. AFDEEL.

Even als in een Hefboom van de tweede Zoort.

Als de twee enden van de Koord evenwydig aan elkanderen loopen, gelyk *ab* en *de*, kan men ze aanmerken als of ze aan de beide uiterſte Punten van de Middellyn *be* waren vaſtgemaakt: als ze ſchuins loopen gelyk P*l* en *gm*, kan men ze aanzien als vaſt zynde aan de Raakpunten *l* en *m*. Dewyl de Weerſtand R hier in 't midden is, zyn de twee Lynen *eb* en *lm* twee Hefboomen van de Tweede Zoort, beide, door de Streeklyn *c*I van den Weerſtand, in twee gelyke Armen verdeeld. Nu ziet men ligtelyk en in den

IX. LES. I. AFDEEL.

eerften opflag zelfs, dat, dewyl de Koord, in *a* of in *g* vaftgemaakt, het vafte of Steunpunt van den Hefboom in *b* of in *m* overbrengt, de Beweegkragt, die op *e* of op *l* werkt, altyd werkt op een afftand als van *eb* of van *lm* van het Steunpunt; een afftand, die eens zoo groot is, als die waar op de Weerftand ftaat, in *c* naamelyk of in *i*. Nu weet men, volgens het geen we te vooren van den Hefboom gezegd hebben, dat 4 Oncen, op een dubbelden afftand van 't Steunpunt, in ftaat zyn om een dubbeld Gewigt, 8 Oncen, op te weegen.

Maar wanneer de Beweegkragt een fchuinzen loop neemt, is zy tot dezelfde Uitwerkzels, die ze te vooren deedt, niet meer in ftaat. Om dat, naamelyk, gelyk we voorheen ook al gemeld hebben, de Streeklyn, die Loodregt op den Hefboom ftaat, den voordeeligften ftand van allen heeft, en de meeft mogelyke Kragt doet, en dat alle andere Streeklynen bygevolg, die van de Loodregte afwyken, zwakker moeten vallen. P*l*, 't is waar, ftaat Loodregt op de halve Middel-

dellyn *lc*; maar die zelfde halve Middellyn *lc*, door welke men ook zou kunnen begrypen dat de Beweegkragt werkte, ſtaat weer ſchuins op de Streeklyn van den Weerſtand *ci*; 't geen bygevolg weer op 't zelfde uitkomt. IX. LES. I. AFDEEL.

Het Steunpunt, eindelyk, volgt in zyn wederwerking de Lyn *gm*, als de Beweegkragt den ſchuinzen ſtand aanneemt van P*l*; want op het oogenblik dat zy de Loodregte Streeklyn *de*, by voorbeeld, verlaatende, tot de ſchuinze P*l* overgaat, begint de Schyf, aan dien kant door de Beweegkragt niet langer opgehouden, voort te rollen, tot dat zy van weerzyden gelyke onderſteuning vindt; 't welk niet gebeurt, dan wanneer de Hoek *gkc* gelyk is aan den anderen Hoek P*kc*. Streeklyn van 't Steunpunt.

Gevolgen.

Dewyl men, als het end der Katrolkoord in A vaſt blyft, *Fig.* 41, niet meer dan ſlegts een Gewigt van 4 Oncen in H noodig heeft, om 'er een van 8 Oncen in D op te weegen; en dewyl een Gewigt of Kragt van Een vaſte Katrol aan een Beweegbaare gekoppeld.

IX. LES. I. AFDEEL.

van 4 Oncen altyd dezelfde blyft en haaren aart behoudt, 't zy ze van boven naar beneden, 't zy ze, door tusschenkomst van den Arm eener Weegschaal, van beneden naar boven werke; kan men, zonder dat 'er eenige verandering in de Uitwerkzels van te dugten zy, het Juk H wegneemen, en een tweede Schyf als L of *l* *Fig.* 42, in deszelfs plaats ophangen; deeze zal even eens, gelyk het Juk der Weegschaal deedt, het werk van een Hefboom van de Eerste Zoort verrigten; en men zal ook in M of in *m* nooit meer dan 4 Oncen behoeven, om 't Gewigt D van 8 Oncen op te houden.

Pl. 5. *Fig.* 42.

Een Derde en Vierde 'er by gevoegd. *Pl.* 5. *Fig.* 43.

Als men de Koord of den zoogenoemden Looper, waar aan men deeze Kragt van 4 Oncen doet, uit M verlangt tot aan N. *Fig.* 43, en denzelven om een derde Schyf NO slaat, zal deeze, even als de Eerste Schyf 1, een Hefboom worden van de Tweede Zoort; waar aan de Beweegkragt O, eens zoo ver van het Steunpunt N afstaande als de Weerstand die op de As der Schyf werkt, slegts de helft van de Kragt zal behoeven om den

Weêr-

Weêrstand van 8 Oncen op te houden, die 'er *M* toe noodig hadt; men zal hier derhalven in O, om de 8 Oncen op te trekken, slegts 2 Oncen Kragts moeten hebben; en, zo het mogelyk gemakkelyker mogt vallen, naar om laag, gelyk men doorgaans doet, dan naar om hoog te trekken, kan men 'er een Vierde Schyf 4 byvoegen, die gelyk de Schyf 2, de Streeklyn der Beweeging zal kunnen veranderen, en als een Hefboom van de Eerste Zoort gelegenheid geeven, om op de gewoone en gevoeglykste wys aan het Touw te trekken van boven naar beneden.

Deeze Tweede en Vierde Katrolschyven, die, als Hefboomen van de Eerste Zoort, enkel dienen om de Beweegstreek te veranderen, *kunnen in één* zelfde Blok geplaatst worden: en als dat Blok met zyn opperste gedeelte ergens aan geslaagen is en vasthangt, kan het onderste gedeelte van het Blok zelf als tot een vast punt strekken om 'er 't eerste end van het Touw aan te hegten, 't welk wy tot nog toe veronderstelden dat aan den Nagel F vastgemaakt was.

Dee-

IX. LES. I. AFDEEL. Het Takel.

Deeze Zamenkoppeling van verscheiden vaste en Beweegbaare Schyven, in een Blok by een geplaatst, of evenwydig naast malkander, of de eene boven de andere, wordt een Takel genoemd. Zodanige Werktuigen zyn zeer gemeen, en worden overal gebruikt om 'er zwaare Lasten meê op te hyssen. Zy zyn zeer gemakkelyk, om dat ze weinig plaats beslaan, en men door dezelven de Werking van een zelfde Beweegkragt zonder veel omslag naar welgevallen kan vergrooten en sterker doen worden. Doch dit geschiedt egter niet, gelyk het ook nooit in eenig ander *Werktuig* geschiedt, dan ten kosten van een grooter snelheid dier Beweegkragt, die, hoe ze sterker worden zal, hoe ze snelder werken moet. Want als de Schyf, in *Fig.* 40, die den Weerstand R draagt, ryst tot aan de Lyn *da*, ziet men ligtelyk, dat de Beweegkragt, die dit Uitwerkzel voortbrengt, in den zelfden tyd tweemaal zoo veel wegs, als *c*, moet hebben afgeloopen; dewyl de twee gedeeltens *ab* en *de* van de Koord, daar ze aan werkt,

PL. 5. *Fig.* 40.

zig

zig beide boven de Lyn *da* bevinden zullen, als het Middelpunt *c* van de Schyf tot aan die Lyn gereezen is, en deeze twee ftukken *ab* en *de* zyn met hun beiden, gelyk men ziet, eens zoo lang als de hoogte *cb*. De Beweegkragt heeft derhalven in denzelfden tyd een dubbelden weg van *cb*, en bygevolg met een dubbelde Snelheid geloopen (*). Het

IX. LES. I. AFDEEL.

(*) [De algemeene en altyd doorgaande Regel in de Beweegkunde is, gelyk wy gezien hebben, dat de Hoeveelheid van Beweeging, van Weerskanten gelyk, Evenwigt maakt. Door Hoeveelheid van Beweeging verftaat men, gelyk men weet, den Inhoud vermenigvuldigd met de Snelheid, dat is, de grootte, het vermogen van de Beweegkragt, en dat van den Weerftand, yder vermenigvuldigd met zyn eigen Snelheid. In de Hefboomen namen wy voor die Snelheid den afftand van 't Steunpunt, 't geen op 't zelfde uitkwam, om dat zy in dezelfde evenredigheid of fnelder of traager bewoogen werden, naar maate dat ze zig of verder of nader by dat Steunpunt bevonden. In de andere Werktuigen noemt men, onverfchillig, Snelheden of afgeloopen Wegen. De Snelheid van een Lighaam moet wel berekend worden, beide uit den Weg, dien het afloopt, en uit den Tyd, dien het 'er toe befteedt; maar dewyl de Tyden in de Beweegkunde altyd gelyk zyn of genomen kunnen worden, en de Beweegkragt zig niet beweegen kan zonder dat de Weer-

IX. Les. I. Afdeel.

Voorzorgen in 't gebruik der Takels.

Het voordeel, 't welk de Takels aan een Beweegkragt geeven, kan egter niet vergroot en voortgezet worden, tot in 't oneindige. Als men eens een zeker getal van Schyven op die wys aan een gekoppeld heeft, zouden,

Weêrſtand zig ook beweegt, noch deeze zonder die, mag men altyd enkel de Snelheden of afgeloopen Wegen rekenen. Als die Wegen omtrekken zyn van Cirkels, neemt men 'er veeltyds die omtrekken; of, 't geen op 't zelfde uitkomt, derzelver Middellynen, of halve Middellynen voor. De twee Kragten ſtaan dan altyd tot malkander als haar Snelheden of Wegen, — in de *Wederkeerige* of omgekeerde reden naamelyk, indien ze Evenwigt maaken zullen; dat is, de Beweegkragt ſtaat tot den Weêrſtand, als de Snelheid, Weg — van den Weêrſtand tot de Snelheid, Weg — van de Beweegkragt. Of kortheids halven in Letters B. W:: w. b. Het Evenwigt is derhalven B b = W w. 't Zy men door b en w, de Snelheden, 't zy men 'er de Wegen, omtrekken van Cirkels, heel of halve Middellynen door verſta. Dit Evenwigt heeft men ſlegts in de Beweegkunde te zoeken; zoo dra men 't kent, weet men, dat men, met een weinig meer kragts te gebruiken, de Beweegkragt aan den gang kan helpen, en den Weêrſtand, Gewigten, zwaare Lighaamen, of wat het zy, verplaatzen.

Reciproque

Laat ons dit op de Katrol toepaſſen. B ſtaat tot W:: w. b. Maar nu hebben we gezien, dat terwyl een Beweegbaare Schyf, daar de Weerſtand aan-

den, zo men 'er meer in brengen wilde, de Wryvingen, die onmogelyk te vermyden zyn, in 't vervolg zoo groot een aftrek van de Som der Beweegende Kragten veroorzaaken, dat dit verlies het voordeel, 't welk men IX. LES. I. AFDEEL.

aanhangt, 1 Voet; by voorbeeld, ryst, men 2 Voeten *Touws*, (van elk der twee enden Touw ter weerszyde van de Schyf 1 Voet naamelyk) naar zig getrokken heeft. De Beweegkragt loopt derhalven eens zoo snel, eens zoo veel Weg af, als de Weerstand. *Dit* heeft wederom by yder Beweegbaare *Schyf*; die 'er meer aan dien Takel zyn, plaats: gelyk men ligtelyk zal kunnen bespeuren, zo men 't gansche beloop van 't Touw, en welk een gedeelte 'er by 't *ryzen van* den Weerstand telkens van over de *Schyven* geloopen is, nagaat. De Snelheid of Weg der Beweegkragt moet derhalven staan, in geval van Evenwigt, tot die van den Weêrstand, by één Beweegbaare Schyf, als 1. tot 2: by twee Schyven, *als 1 tot 4: by* drie, als 1 tot 6. of, in 't algemeen, *altyd als* 1 tot het dubbeld Getal der Beweegbaare Schyven. In 't algemeen zeg ik, dewyl 'er andere Stelzels en Schikkingen van Schyven zyn, gelyk die van den zoogenoemden Spaansche[n] Takel onder anderen, waar in deeze Regel niet gebruikt kan worden. Als wy dan het dubbeld getal der Beweegbaare *Schyven* b noemen, hebben wy deeze evenredigheid. *B*. W:: 1. b. Of Bb = W1; en dewyl het Getal van 1 niet verdeelt, noch vermenigvul-

IX. LES. I. AFDEEL.

men door 't vermeerderen van 't getal der Schyven nog dagt te zullen winnen, merkelyk zou te boven gaan.

Ook behoort men de Takels op zulk een wys te ſtellen en aan te ſlaan, dat de Streeklynen der Touwen zoo evenwydig aan elkanderen loopen als eenigzins mogelyk is. Want te vooren hebben wy reeds meermaalen doen zien, dat de Beweegkragten, die volgens ſchuinze Streeklynen werken, alle andere omſtandigheden gelyk geſteld, daar door zwakker worden, en minder Kragt doen.

Van

vuldigt, $Bb = w$. Hier uit volgen in 't berekenen deeze Regels.

Wil men weeten, wat kragt men zal moeten gebruiken, om zeker Gewigt met zeker getal beweegbaare Schyven op te houden; men verdeele den weerſtand door het dubbeld getal der Schyven. Want $B = \frac{W}{b}$.

Wil men zien, hoe veel Gewigts men wel zou kunnen trekken, met zekere Kragt, die men denkt te gebruiken; men vermenigvuldige die Kragt met het dubbeld getal der Schyven. Want $W = Bb$.

Zoekt men het getal der Schyven, die men zou mogen noodig hebben om zeker Gewigt met ze-

IX. LES. I. AFDEEL.

Van het Rad.

Het Rad.

Een *Rad* is, gelyk de Katrolschyf, een Rond Lighaam, doorgaans plat, en beweegbaar om zyn middelpunt. Deszelfs Omtrek, in plaats van Sleufswyze gegroefd en uitgehold te zyn, ontvangt de Beweeging, die men 'er aan geeven wil, en deelt ze, die hy ontvangen heeft, aan andere Lighaamen mede, door middel van Wryving, of wel door zekere uitspringende en afsteekende Deeltjes, die men aan dien Omtrek ge-

zekere *kragt te kunnen ligten*, men deele het Gewigt door de Kragt. Want $b = \frac{W}{B}$. en dewyl b het dubbeld getal der beweegbaare Schyven is, neem men 'er de helft van.

Laat ons dit *kortelyk* met een voorbeeld ophelderen. Iemand heeft een Vat of Pak te hyssen van 300 ℔; met drie beweegbaare Schyven, wat Kragt zal 'er gedaan moeten worden? Een Kragt, als van 50 Pond: want $\frac{300}{6} = 50$. Hoe zwaar een Last zal iemand met zulk een Kragt kunnen ligten? 300 ℔: want 50 maal $6 = 300$. Hoe veel Beweegbaare Schyven zal hy noodig hebben om met die Kragt dat Gewigt te evenaaren? 3 Schyven: want $\frac{300}{50} = 6$: Wiens helft is, 3.]

IX. LES. I. AF. DEEL.

gelaaten, of 'er aangevoegd heeft, en die men den naam geeft van *Tanden*, *Kammen*, *Pennen*, *Staaven*.

Draaiend en Rollend Rad.

Een Rad kan zig op tweederlei wys beweegen. Het kan, terwyl het draait, altyd op één zelfde plaats blyven, en flegts draaien op een As, aan zyn Middelpunt vastgemaakt, en wier Spillen in gaten loopen, die haar tot Steunpunten verstrekken: gelyk men ziet, by voorbeeld, in de Uurwerken, Braadspitten, Molens, en dergelyke Werktuigen meer. Het kan ook, op zyn Omtrek voortrollende, zyn Middelpunt en de As, die 'er door steekt, volgens eene Streeklyn, aan het Vlak of aan den Grond, daar het overloopt, evenwydig, geduurig van plaats doen veranderen en voorwaarts brengen. De Wielen van Koetsen en alle andere Rytuigen hebben dergelyk een zoort van Beweeging.

Het draaiend Rad een Hefboom van de Eerste Zoort.

Men moet de Raders, die alleen de Eerste of maar eene en enkelde Zoort van Beweeging hebben, en wier Assen niets doen dan flegts ronddraaien, aanmerken als Hef-

boo-

boomen van de Eerste Zoort; die even als de Katrol dienen, om de Streeklyn der Beweeging te veranderen, om de Beweeging tot andere Lighaamen en tot een verren afstand over te brengen en voort te zetten, om twee zeer verschillende Beweegkragten met elkander Evenwigt te doen maaken, om de snelheid van een van beiden te vergrooten, en dergelyke gebruiken meer.

IX LES. I. AFDEEL.

Het brengt zeer verschillende Kragten tot Evenwigt.

1. De twee Tanden A en B in *Fig.* 44, kan men voor de beide uitenden neemen van een Hefboom, door het vast punt, of punt van Beweeging C, in twee gelyke Armen AC en BC verdeeld. Plaatst men nu op dezelfde As een ander Rad, dat eens zoo klein van Middellyn is, het Rad C by voorbeeld, maar half zo breed als het Rad AB; dan zal die van de twee Beweegkragten, welke op den Tand *a* werkt, dewyl ze de helft nader by 't Middelpunt C is, dan de andere die op A werkt, ook daarom de helft zwakker zyn. Op deeze wyze kan men derhalven de Kragt van één Pond Evenwigt doen maaken met een Kragt van twee Ponden, en

IX. LES I. AFDEEL.

die beiden even ſterk of zwaar doen zyn.

Zet de Beweeging tot op een verren afſtand voort.

2. Het zelfde Uitwerkzel zou men ook net even eens zien gebeuren, zo het kleine Rad, in plaats van onmiddelyk op het groote geplaatſt en 'er aan vaſt te zyn, zig geheel aan 't ander end van de As bevondt, gelyk, by voorbeeld, in *Figuur* 45. Op die wys kan de Beweeging van het groote Rad H tot op een verren afſtand voortgeplant worden, door middel van het kleine Rad, of Rondzel D, gelyk men 't doorgaans noemt, 't welk aan de zelfde Spil of As vaſt is, en 'er door omgedraaid wordt.

Verandert derzelver Streeklyn.

3. Zo men dit laatſte *Rondzel* een ander Rad E, wiens Tanden met zyn As evenwydig, en gelyk dezelve Loodregt op en neer ſtaan, vatten laat, zal de Beweeging, die aan hetzelve wordt meegedeeld, van Streeklyn veranderen, en in plaats van Loodlynſch, gelyk ze te vooren was, Waterpas worden.

En vermeerdert de Snelheid.

4. En eindelyk indien het Rad E viermaal meer Tanden heeft, dan het Rondzel D, zal dit laatſte teffens met het Loodregt ſtaande Rad

Rad H, dewyl het een zig zonder het ander niet beweegen kan, viermaal moeten omloopen, terwyl men het het Waterpas Rad E eenmaal doet ronddraaien; en op dezelfde wys, als men dit Rad E eens omdraait, zal men in tegendeel en het Rondzel, en de Spil en het groote Rad H, viermaal doen omloopen. Zo men derhalven nu eens veronderstelt, dat yder van die twee groote Raden voorzien is met een Zwengel, als F en G, waar mee iemand het Rad in een Sekonde tyds eens omdraait, zal de Beweeging van 't Rad E met viermaal meer Snelheid geschieden en hetzelve viermaal raffer loopen, als hy aan den Zwengel F draait, dan wanneer hy met dezelfde Kragt aan den Zwengel G werkte (*). IX. LES. I. AFDEEL.

De

(*) In de Raden staan ook, gelyk in alle andere Deelen der Beweegkunde, de Kragten, in geval van Evenwigt, tot elkander in de omgekeerde reden haarer Snelheden: by gevolg weder B. W:: w. b. Hier zyn w de Tanden of Omtrekken of Middellynen van de Rondzels; b die van de groote Raden. Laat de Middellyn van H, by voorbeeld, viermaal grooter zyn, dan zyn Rondzel D; dan zal PL. 6. Fig. 45.

IX. LES, I. AFDEEL.

Rollend Rad, Hefboom van

De Rollende Raden, die tweederlei Zoort van Beweeging hebben, gelyk by voorbeeld de Wielen der Rytuigen, en wier Middelpunt, terwyl alle de andere gedeelten om 't zelve draaien, in een Regte Lyn voorwaarts loopt,

B ftaan tot W:: 1:4. Iemand derhalven, die met een Kragt als van 30 Ponden aan 't groote Rad H draait, zal met het Rondzel D een Kragt kunnen doen als van 120 ℔. Hier uit vindt men, volgens de voorheen gegeeven regels, ligtelyk yder grootheid, die men zoekt. Want altyd is B b = W w.

Maar laat nu het Rad E wederom eens 4 maal zoo groot zyn, of 4 maal meer Tanden hebben, dan het Rondzel D, en ook met een Rondzel of Spil voorzien zyn van dezelfde grootte als D, hoe veel Kragts zal iemand, met 30 Pond in H werkende, daar meê kunnen doen? De Rekening is niet moeielyk. In D hadt hy reeds een Kragt van 120 Pond: het is derhalven eveneens als of hy met een Kragt van 120 Pond aan 't Rad E draaide; en dewyl deszelfs Rondzel viermaal kleinder gefteld wordt, zal hy 'er viermaal meer kragt, dat is 480 ℔, meê kunnen doen. Men ziet hier derhalven uit, dat men alle de groote Raden, daar de Beweegkragt, 't zy middelyk, 't zy onmiddelyk aan werkt, met elkander moet vermenigvuldigen, en die Som weder vermenigvuldigen met de Kragt, daar men veronderftelt dat de Beweegkragt meê werkt: want 4 maal 4 = 16 en deeze 16 maal 30 = 480. Op dezelfde wys zou men ook aan den anderen kant de Rondzels met

IX. LES. I AFDEEL. de Tweede Zoort.

hoopt, moet men in de meeste gevallen aanmerken als Hefboomen van de Tweede Zoort, die zig telkens weer verwisselen; en onophoudelyk agter een zoo veel nieuwe Hefboomen uitleveren, als men zig Stippen aan

met elkanderen moeten vermenigvuldigen, en door derzelver Som, de gansche Som der Beweegkragt, 480 naamelyk, verdeelen: dog dewyl die Rondzels hier alle op 1 gesteld zyn; geeven ze noch vermenigvuldiging noch deeling. Dit geeft my deezen Regel van Evenwigt. B staat tot W:: als de Som der met elkander vermenigvuldigde Rondzels, tot de Som der met malkaar vermenigvuldigde Raden. Noem de Som der Rondzels w, de Som der Raden b; men heeft weder B, W:: w. b. en Bb = ww. *Laat ik dit* nog kortelyk door een ander voorbeeld ophelderen. Ik heb 3 Raden, een van 20, een van 15 en het derde van 10 Duim. Hun Rondzels zyn van 5, en van 3, en van 2 Duimen. Hoe veel Gewigts zal ik met een Kragt van 30 Pond 'er mee ligten? Dewyl $W = \frac{Bh}{w}$ moet ik de Kragt vermenigvuldigen met de Som der Raden, en de Uitkomst verdeelen door de Som der Rondzels: naamelyk 20 maal 15 maal 10 = 3000: deeze vermenigvuldigd met 30 geeven 90000; verdeeld door 5 maal 3 maal 2 = 30 komt 3000 Pond Gewigts, dat op die wys geligt of opgehouden zal kunnen worden. Om nu de Kragt te weeten, welke 'er met zulke Raden tot het ligten van een gegeeven Gewigt vereischt zal worden,

aan derzelver Omtrek verbeelden kan. Want yder van die Stippen is het uiterste van een halve Middellyn, die op den Grond rust, en wier ander uitend. met de As, die het Rytuig draagt, belaaden, op denzelven tyd voorwaarts getrokken wordt door de Beweegkragt, die het Rytuig voort doet gaan. Indien het Vlak derhalven, of de Grond, daar het Rad overloopt, volmaakt gelyk en effen was, en net Waterpas; indien de Raden volkomen rond waren en glad van Oppervlakte, zonder bulten en ongelykheden; indien de As geen de minste Wryving maakte op de Aaf van 't Rad, en zo de Streeklyn, volgens welke de Beweegkragt trok, altyd evenwydig liep met den Grond, zou een geringe Kragt in staat zyn, om een zeer zwaar belaa-

den, vermenigvuldigt men dat Gewigt met de Som der Rondzels, en verdeelt de Uitkomst door de Som der Raden: want $B = \frac{W w}{b}$. Nu kan men w en b, dat is de Rondzels en Raden, gelyk ligt te begrypen is, op zeer verschillende wyzen, naar vereisch van omstandigheden schikken, en naar welgevallen vergrooten, verkleinen, vermeerderen, verminderen: zo slegts bei-

laaden Wagen voort te trekken. Want de Weerstand, die uit deszelfs Gewigt ontstaat, steunt geheel en al op den Grond en rust 'er op, door middel van de halve Middellyn CM, *Fig.* 46, of van een dergelyke, die 'er 't oogenblik daarna op volgt.

IX. LES. I. AFDEEL.

PL. 6. *Fig.* 46.

Doch van alle deeze voorwaarden, die ik hier gemaakt en verondersteld heb, en die 'er egter alle, zonder eene uit te zonderen, toe vereischt zouden worden, om zulk een Uitwerkzel voort te brengen, ontmoet men 'er, in 't dagelyks gebruik, naauwlyks een eenige.

Beletzels door 't maakzel der Wielen en de oneffenheid der Wegen.

De Raden der Rytuigen hebben slegts een ruw beloop, en zyn ver van volmaakt rond te zyn: zomtyds worden ze met groote en zwaare Nagels beslagen, die min of meer uitsteeken: de Wegen zyn uit zig zelven vry on-

beider Som dezelfde evenredigheid tot elkander blyft behouden. Die evenredigheid is hier als 30 tot 3000 of 1 tot 100. Men zou derhalven hier ook 2 Raden yder van 10 Duim, en de Rondzels yder van 1 Duim kunnen neemen; want 10 maal 10 = 100; die met B of 30 Ponden vermenigvuldigd ook een Gewigt van 3000 ℔ geeven: en dus op ontelbaare andere wyzen meer.]

IX. LES. I. AFDEEL.

ongelyk, en worden nog oneffener gemaakt door de Zwaarte der Rytuigen, die 'er in zinken, diepe gaten en heuvels in-maaken. Deeze ongelykheid, 't zy van de Raden, 't zy van den Grond, zyn oorzaak, dat het Rad, in plaats van op de Loodregte halve Middellyn C M te rusten, veeltyds steunt op een andere halve Middellyn, als C Q of C N, die schuins staat op de Streeklyn der Beweegkragt C P, of op die van den Weerstand C M. Het Gewigt. dat zich in C bevindt, weegt derhalven voor een gedeelte en biedt Weerstand tegen de Beweegkragt, die het niet voorwaarts kan doen gaan, dan door het te doen ryzen, en tot zulk eene hoogte op te trekken, als Q of N hooger is dan M.

Pl. 6. Fig. 46.

Door de Wryving op de Assen.

Daarenboven, schoon al Raden, volkomen rond van Omtrek, over Oppervlaktens rolden die volmaakt gelyk, glad en effen waren; onvermydelyk moet 'er egter schuuring plaats hebben, en de As in de Aaven der Raden een Wryving maaken, die altyd sterk genoeg zal zyn om in aanmerking te komen; gelyk wy te vooren reeds in de Derde Les hebben aangetoond.

I Deel. 2 Stuk. bladz. 323.

De

De Gaten en Hoogtens, die men in de Wegen ontmoet, veranderen ook de Streek'yn der Beweegkragten. Een Paard, dat door de byzondere gesteltenis van den Grond of wat hooger of wat laager staat, doet, in plaats van volgens de Lyn C P *Fig.* 46, evenwydig met dat gedeelte van den Grond, waarop diestyds de Raden rusten, te werken, in tegendeel zeer dikwils zyn Kragt volgens eene Lyn als CS of CR; dat is, volgens een Lyn, die schuins valt op de Streeklyn CM van den Weêrstand, en werkt bygevolg met merkelyk nadeel.

'X LES. I. AFDEEL.

Door de schuinsheid der Treklyn. *PL.* 6. *Fig.* 46.

Doch schoon het niet wel mogelyk zy, om alle die zwaarigheden en nadeelen te eenemaal weg te neemen; men kan ze egter grootendeels voorkomen en merkelyk verminderen door 't gebruik van groote Raden. Want het is zeker, dat kleine Wielen in de oneffenheden en gaten van den Grond dieper zullen wegzinken dan groote, gelyk uit het gezigt van *Fig.* 47 alleen ligtelyk is op te maaken, dewyl de groote op de twee nabuurige Heuvels, die ze beide teffens bereiken,

Voordeelen van groote Wielen.

PL. 6. *Fig.* 47.

zul-

IX. LES. I. AFDEEL.

zullen blyven ſtaan, terwyl de kleine 'er in tegendeel in zakken. Maar daarenboven draait ook een groot Rad, dewyl deszelfs Omtrek by yder omwenteling meer Gronds beſlaat en afloopt dan de Omtrek van een klein, met minder ſnelheid, en maakt, in het afloopen van zekere bepaalde langte van Weg, een minder getal van omwentelingen; 't welk een gedeelte der Wryvingen beſpaart.

Door groote Raden verſta ik Raden of Wielen, van vyf of zes Voeten Middellyns. Wielen van die grootte hebben ook nog daarenboven dit voordeel, dat hun Middelpunt byna even hoog komt als de Borſt van het Paard, 't welk daar door in ſtaat geſteld wordt, om zyn Kragt te doen volgens een Streeklyn, die genoegzaam Loodregt valt op de halve Middellyn van 't Rad, welke dan Loodregt op den Grond ſtaat; en bygevolg volgens een Streeklyn, die de allergunſtigſte is, en in den, by de meeſte gewoone voorvallen ten minſten, allervoordeeligſten ſtand (*).

Van

(*) [De Nederduitſche Leezer kan over de Rollen-

IX. LES. I. AFDEEL.

Van de Windas en de Spil.

Windas en Spil. *PL.* 6. *Fig.* 48. 49.

Het bloot Gezigt alleen van *Fig.* 48 en 49 is genoeg, om de Werktuigen te kennen die 'er door afgebeeld worden. Het is eigentlyk gesproken naar een zelfde Werktuig, daar men verschillende naamen aan geeft, naar den verschillenden stand waar in men 't stelt en gebruikt. Als de Rol of Boom AB, daar het Touw omloopt, en die het voornaamste stuk is van het Werktuig, Waterpas legt, als in *Fig.* 48, noemt men het Werktuig doorgaans een *Windas*; als dezelve Loodregt staat, een *Spil*, Kaapstander, of ook wel Braadspit.

Derzelver menigvuldig gebruik.

Dit Werktuig, op deeze tweederlei wyzen gebruikt, ontmoet men dikwils by diepe Put-

lende Raden, de Wielen van Koetzen en andere Rytuigen, de Nadeelen van kleine en ongelyke Wielen, derzelver maakzel, voordeeligsten stand en schikking, inzonderheid nazien den Heer DESAGULIERS, die 'er in zyn Natuurkunde uit Ondervindingen opgemaakt, I Deel. IV Les. bladz. 211 en vervolgens, zeer breedvoerig en naauwkeurig over gehandeld heeft.]

IX. LES. I. AFDEEL.

Putten, Bergwerken en Steengroeven, in de toppen van Pakhuizen en andere Gebouwen, om Steenen, Balken en Blokken, en allerhande zwaare Lasten, Vaten en Pakken, op te winden; men ziet het op Schepen, Kaaien, en in de Zeehavens, om te lossen, te laaden, Ankers te ligten; de Schepen zelf binnen of buiten te brengen. En, zo men 'er agt op geeft, men vindt het in 't klein op ontelbaare andere plaatzen weder, daar een verschillende uiterlyke gedaante, en de Stof, daar 't uit gemaakt is, alleen het gansche onderscheid maakt. De *Trommels*, de *Snikken*, de *Klossen*, daar men Gaarn, Touw, Lint, de Koorden of Kettingen omslaat, om de Gewigten of Veeren van Uurwerken, Slingerwerken, Zak-Orlogies zelfs, meê op te winden, moet men als zoo veele kleine Windassen en Kaapstanders aanmerken.

Ze is een Hefboom van de Eerste Zoort.

In 't geen wy van de Katrollen en van het Rad gezegd hebben, is alles genoegzaam begreepen, wat 'er voornaamentlyk van het Windas dient opgemerkt te worden. Want zo men de draaiende Spil of Boom, als een

aan-

aaneengeschakelde reeks van Katrollen, alle aan dezelfde As gereegen, begrypt; zo men de Handspaaken of Hefboomen, die kruislings over elkander staan, en daar men het Werktuig meê beweegt, aanmerkt als van weêrzyden verlangde halve Middellynen van de eerste van die Katrollen; en eindelyk agt geeft, dat, zoo dra de Spil of Boom begint te draaien, alles wat één Stuk, één Lighaam, met hem uitmaakt, zig mede beweegt; zal men aanstonds wel kunnen zien, dat dit Werktuig eigentlyk niets anders is, dan een Hefboom zonder einde, van de Eerste of van de Tweede Zoort; die twee ongelyke Armen heeft, te rekenen van het vaste Punt *h* af; naamelyk den eenen, de halve Middellyn *gh* van den Boom *gk* *Fig.* 50, daar de Weêrstand *g* aan geplaatst is, en den anderen, een dergelyke halve Middellyn van denzelfden Boom, *hk*, door een van de in 't Kruis staande Handspaaken *k*P verlangd, en waar aan de Beweegkragt P werkt.

IX. Les. I. Afdeel.

Pl. 6. Fig. 50.

De Beweegkragt P of *p* staat derhalven tot den

Aart van

... weerstand G, gelyk de langte van P*b* ... staat tot die van *gk* of *kb*: dat is te ... zeggen, dat zo yder van de Kruisspaaken, van het Middelpunt *b* van den Boom af te rekenen, *b*P by voorbeeld, viermaal langer was dan de halve Middellyn *bg*, een Gewigt van 400 Ponden, aan het Touw G*g* hangende, opgehouden zou kunnen worden door een Beweegkragt van 100 Pond, die aan 't end van de Handspaak in P werkte (*). Maar

(*) [By Windas en Spil heeft ook dezelfde gewoone evenredigheid plaats. De Kragten maaken Evenwigt, als zy tot elkanderen staan in de omgekeerde reden van haar Snelheden of afgeloopen Wegen. De Weg der Beweegkagt is hier de Omtrek van den Cirkel, door 't end van de Handspaak daar de Beweegkragt op werkt beschreeven; de weg van den Weêrstand de Omtrek van de Spil of As, daar het Touw zig opwindt. Men kan 'er, volgens de bekende Eigenschap der Cirkels, de Middellynen of halve Middellynen voor neemen. Laat w derhalven de halve Middellyn zyn van de
PL. 6. As, (gelyk *bk* of *bg* in *Fig.* 50, b de langte der
Fig. 50. Handspaak, van het Middelpunt der As af te rekenen, (gelyk *b*P of *bp*,) dan heeft men wederom B. W:: w. b. Hier uit zal men nu weder op den voorheen gemelden trant gemakkelyk kunnen berekenen, hoe veel Kragts één, vier, en meer Man aan

IX. LES. I. AFDEEL.

De Kraan.

Maar zo men geen grooter Beweegkragt dan van 100 Ponden had, om op die wys tegen een Weerstand of Gewigt van 400 Ponden te werken, zou dezelve, wanneer de Hefboom P begon te draaien; met 'er tyd een nadeelige Streeklyn krygen, en daar door buiten staat raaken, om haar werk te doen en 't Gewigt G op te houden: gelyk wy zulks breeder verklaard hebben, toen wy van de Zwengels spraken. Daarenboven, zo

aan een Windas als AB in *Fig.* 48 of een Spil *Fig.* 49 zullen kunnen doen; of ook hoe veel Man 'er vereischt zal worden om een Anker of eenig ander Lighaam van bekende Zwaarte op te hyssen. De Raders op Pakzolders, by voorbeeld, trekt men met een Touw, dat 'er los om heen geslingerd is, en 'er in klemt. Laat het 9 Voet Middellyns hebben, en de As, daar het Touw, waar mede men 't Pak ophyst, zig omwindt, 1 Voet: een man die 30 ℔ Kragt doet, zal 'er 270 ℔ meê optrekken: want $W = \frac{Bb}{w}$ dat is 30 maal 9 = 270. Want w, als op 1 gesteld, geeft geen Deeling. Tot een Pak of Vat van een groote 500 ℔ zullen 'er derhalven 2, tot een van 800, 3 noodig zyn. Want $B = \frac{Ww}{b}$ geeft $\frac{540}{9} = 60$ of 2 maal 30: en $\frac{810}{9} = 90$ of 3 Man van 30 Pond Kragts yder. Stel 4 Man aan het Braadspit

IX. LES. I. AFDEEL.

zo deeze Kruis-Spaaken taamelyk lang waren, zou een Mensch de eene niet gevoeglyk kunnen loslaaten om de andere te vatten. Hierom is men gewoon, by Steengroeven, Bergwerken, en in Kraanen, daar men de Windas in 't groot gebruikt, de uitenden van de Kruisspaaken met een vasten omtrek te bekleeden en aan elkander te verbinden; en 'er dus een groot Rad van te maaken, dat men met stevige Pinnen, als zoo veele Handvat-

A B (*Fig.* 49) die yder op hun gemak met een Kragt van 30 Pond werkende, dus een Beweegkragt te samen van 120 ℔ uitmaaken: laat de Spil AB 1 Voet dik, yder Handspaak van 't Middelpunt A af gerekend, 5 Voeten lang zyn. Dewyl $W = \frac{Bb}{w}$ ziet men dat ze dus gemakkelyk 120 maal 10 = 1200 ℔ zullen kunnen optrekken. Tot een Gewigt van 3000 ℔ zouden met zulk een Spil 10 Mannen, met die Kragten werkende, noodig zyn. Want $B = \frac{Ww}{b}$ is $\frac{3000}{10} =$ 300 de Beweegkragt, die 'er werken moet; 't welk door 30, de veronderstelde Kragt van yder Man gedeeld, 10 Mannen geeft. Hoe men de Kragt van iemand, die niet aan 't end van de Handspaak, maar nader by de Spil werkt, of van verscheiden naast elkanderen aan ééne zelfde Handspaak loopende, schatten moet, is voorheen reeds gezegd.]

IX. LES. I. AFDEEL.

Pl. 6. Fig. 51.

vatten, voorziet; gelyk T, T, in *Fig.* 51. Op die wys kan de Beweegkragt, welke een Mensch oeffent, altyd op den zelfden afstand van het Middelpunt van Beweeging blyvende, ook altyd eenpaarig blyven Werken, en verscheiden Menschen kunnen met malkander, op een en denzelfden tyd, aan een halve Middellyn van dezelfde langte arbeiden, zonder dat de een den anderen belemmere (*).

Vergroo-

Indien het Touw, na zig om den ganschen Boom

(*) [De Berekening van deeze Kraan heeft zeer weinig moeielykheids. De drie Katrollen boven aan den Kop dienen alleen om de Streeklyn der Beweeging te veranderen, en doen niets tot vermindering van 't Gewigt. Het komt hier alleen op de As, daar het Touw zig omwindt, en op de Raden T, T aan. Laat w de halve As van 1 Voet Middellyns, het Rad T van 8 Voeten Straals b zyn: bygevolg maakt weder B. W : : w. b Evenwigt. Indien 'er nu vier Menschen, elk met een Kragt van 30 Pond, te gelyk aan de Raden T en T werken, zal de gansche Beweegkragt 120 ℔ bedraagen. Dewyl nu $W = \frac{Bb}{w}$ zullen ze 240 maal 8 = 1920 ℔ kunnen ligten: want w $\frac{1}{2}$ zynde, moet B b door 2 worden vermeenigv. Ik behoef niet te zeggen, dat 'er tot 5760 ℔ Gewigts 12 Man zouden noodig zyn: want volgens $B = \frac{Ww}{b}$ is $\frac{5760}{16}$

M 3

= 360;

IX. LES. I. AFDEEL. ting der Middellyn van de Spil door het Touw.

Boom over deszelfs geheele langte geslingerd te hebben, weer te rug keert, om 'er zig op dezelfde wys voor de tweede en derde maal om heen te winden; gelyk meermaalen gebeurt, als men zig van de Windas bedient om de Lasten tot een zeer groote Hoogte op te trekken; moet men in aanmerking neemen, dat de dikte van den Boom

=360; die door 30, de onderstelde Kragt van yder Mensch, gedeeld, 12 Mannen geeven.

Men maakt de twee Raden T en T in de Kraanen veeltyds zoo breed, dat men ze vloert en belegt met dwarslatten, zoo dat 'er een Mensch, of wel twee, gevoeglyk in treeden kunnen. In zulk een geval werken zy met de gansche Zwaarte van hun Ligchaam: dog dan moet men ook de gansche Middellyn, of, om duidelyker te spreeken, de gansche halve Middellyn van het Rad T niet neemen, om ze tegen de halve Middellyn van de As te berekenen; maar alleen dat gedeelte van de halve Middellyn, 't welk zig uitstrekt van het Middelpunt van de As af tot Loodregt boven het hoofd of de plaats, daar de Man treedt, en met zyn Zwaarte op het Rad drukt. Het ander Stuk van de halve Middellyn, dat van daar tot aan den Omtrek van 't Rad loopt, werkt niet mede, en doet derhalven niets ter zaak; ten zy men den Man wilde aanmerken, als met een schuinze Streeklyn op 't uitend van de gansche halve Middellyn werkende, en dus een Kragt be-

Boom daar door merkelyk toeneemt; en dewyl deszelfs halve Middellyn de Hefboom is, daar de Weerstand op werkt, zal, wanneer de dikte van het Touw nog eens of twee maalen op die halve Middellyn komt, en dezelve daar door zoo veel verlangt, de Werking van den Weêrstand zig ook zoo veel verder van de As of het Vaste Steunpunt

IX. LES. I. AFDEEL.

berekenen op een min eenvoud'ge wys. De halve Middellyn, die 'er dus in een Treêrad in rekening gebragt kan worden, is korter, dan de waare halve Middellyn van 't Rad. Laaten 't Raden zyn van 12 Voeten Middellyns, en dezelve twee Voeten ter wederzyde verliezen: de langte, die 'er voor het deel der halve Middellyn, 't geen de Man van 't Middelpunt der As af is, overblyft, is derhalven 4 Voeten: dat staat tot de As dan, als 4 tot $\frac{1}{2}$ of 8 tot 1. Indien 'er nu in yder Rad één man, elk 150 ℔ zwaar, treedt, maaken ze met hun beiden een Beweegkragt van 300 ℔: zy zullen derhalven 2400 ℔ ophyssen. Want $W = \frac{Bb}{w}$ geeft 300 maal 8 = 2400. Een enkelde Beweegbaare Katrol, aan den Last, gelyk doorgaans, 'er bygevoegd verdubbelt de Kragt, en doet de twee Man 4800 ℔ Gewigts ligten. Het noodig getal van Treêders tot een zeker gegeeven Gewigt kent men uit $B = \frac{W w}{b}$.]

IX. LES. I AFDEEL. punt af bevinden; en de drukking van den Weerstand bygevolg ook zoo veel vergroot worden ten opzigt van de Beweegkragt.

TWEEDE AFDEELING.

Van het Hellend Vlak.

Het Hellend Vlak. II Deel. I Stuk. bladz. 159.

TOen wy in de Zesde Les van de Zwaartekragt spraken, hebben we een Beschryving van het Hellend Vlak gegeeven, en doen zien; op welk eene wyze en volgens welke evenredigheden hetzelve den Val der zwaare Lighaamen vertraage. Wy zullen derhalven, ons daarop beroepende, hier slegts als een beweezen waarheid onderstellen, dat een Lighaam, 't welk langs een Hellend Vlak van boven naar beneden rolt of glydt, met een gedeelte van zyn zwaarte steunt op dat Vlak, en 'er door opgehouden wordt, en dat het 'er zoo veel meer door ondersteund wordt en opgehouden, naar maate dat het Vlak grooter Helling heeft (*). Uit

(*) [Door *Grooter Helling* van een Vlak verstaat men des-

P

PUBLIC [illegible]

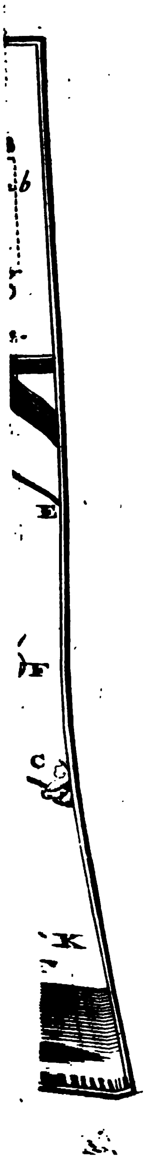
[illegible]

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

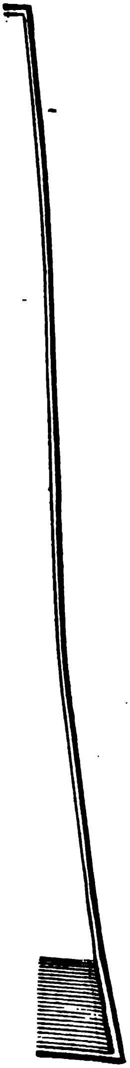
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

22.
d
f
B

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS


b
E
F
C
K

THE N



TILDEN

[illegible]

[illegible] BAS [illegible]

[illegible] AP [illegible]

Uit dit algemeen Beginzel vloeit voort, dat een Beweegkragt, gebruikt om een Lighaam op een Hellend Vlak op en tegen te houden, zoo groot een kragt daar toe niet noodig heeft als het Gewigt bedraagt van 't Lighaam, maar 't met minder wel doen kan: en dewyl een Gewigt niets anders is, dan een zekere Kragt, wier Streeklyn bepaald is en bekend, kan men zulks in algemeener woorden uitdrukken, en zeggen, dat yder Beweegkragt, welke zy ook zy, die genoodzaakt is om in haar beweeging een Vlak, 't welk een Helling maakt met haar Streeklyn, te volgen, geëvenaard of overwonnen kan worden, door een andere, merkelyk zwakker zynde, Beweegkragt. IX. LES. 2. AFDEEL. Het helpt een kleinder Kragt een grooter ophouden.

Maar dewyl zulk een Vlak den Val der zwaare Lighaamen vertraagt en tegen houdt, om dat het een Helling maakt met de Streeklyn Naar maate van de evenwydigheid

deszelfs flaauwer en schuinzer afloop. Hoe 't langer is in vergelyking van zyn Hoogte, hoe 't, zegt men, meer Helling heeft; een Vlak, dat steilder staat, wordt gezegd minder te hellen. Zie II Deel. I Stuk. bladz. 259.]

IX. LES. 2. AFDEEL. der Streeklyn.

lyn der Zwaartekragt, mag men daar met regt uit afleiden, dat het op dezelfde wys ook alle andere Beweegkragten, wier Streeklynen met de zyne een Helling maaken, vertraagen en tegenhouden zal. En zeker de Ondervinding wyst ons op de Proefaan: 1. Dat een geringe Beweegkragt, eene die merkelyk zwaarder en sterker is op een Hellend Vlak opweegt en tegenhoudt: en 2, dat een geringe Beweegkragt, tegen een sterker gebruikt, nooit met meer voordeel op dezelve werkt, dan wanneer haar Streeklyn evenwydig loopt met het Hellend Vlak, langs welke die kleine Beweegkragt haar Werking doet.

EERSTE PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 7. Fig. 1.

Het Werktuig, in *Figuur* 1 afgebeeld, bestaat uit een Plankje AC, omtrent 15 Duimen lang, en 3 of 4 Duimen breed. Het is door middel van een Scharnier in C met een andere Plank verbonden, op wier end een

een houten Boog, het vierde gedeelte van een Cirkel, opgerigt ſtaat, dewelke dient om de Helling van het eerſtgenoemde Plankje AC te regelen, en 't zelve zoo ſchuins te ſtellen, als men verkieſt. D is een Rolletje van hard en zwaar Hout, 't welk omtrent 5 of 6 Oncen weegt, en zeer los om zyn As draait in een zoort van Metaalen Beugel, die door twee Koordjes wordt opgehouden, welke over de twee Dwarskatrolletjes *e*, *e*, loopen, en onder aan de twee Gewigtjes *d*, *d*, draagen, die yder 2 Oncen zwaar zyn. De twee Katrolletjes worden door een Stuk Metaal opgehouden, 't welk men overal op den buitenſten Omtrek van den Boog, waar men wil, plaatzen kan en vaſt maaken.

IX. LES. 2. AFDEEL.

Men geeft het Vlak of Plankje AC een Helling van een weinig meer dan 45 Graaden; men plaatſt het Rolletje D aan deszelfs benedenſte gedeelte niet ver van C, en ſtelt de Dwarskatrolletjes op een wys, dat de Koorden, die aan 't Rolrond ſtuk Houts zullen trekken, evenwydig loopen met het Hellend Vlak, en dan laat men de twee

Ge-

IX. LES. 2 AFDEEL.

Gewigtjes *d*, *d*, los, op dat ze hun Werking zouden kunnen doen.

Men herhaalt vervolgens de Proef op dezelfde wys, uitgezonderd alleen, dat men de Dwarskatrolletjes eens in F, en eens in E plaatst, op dat derzelver Streeklynen boven en onder het Hellend Vlak, als DF en DE, zouden ryzen en daalen, en met hetzelve een Hoek maaken, als ADF, en ADE.

Uitwerkzels.

Als de Koorden evenwydig met het Hellend Vlak loopen, gelyk D*e*, D*e*, beginnen de twee Gewigtjes, die te zamen 4 Oncen Weegen, het Houten Rolletje, omtrent 6 Oncen zwaar, naar boven te doen rollen. Maar wanneer men de Katrolletjes in F of in E plaatst, zyn die zelfde Gewigtjes niet meer in staat, om het Hout opwaarts te doen klimmen; zelfs niet om het, daar het is, op te houden, en te beletten, dat het naar beneden rolle. Het zelfde Uitwerkzel ziet men ook gebeuren, als men, in steê van de Katrol-

trolletjes te verplaatzen, het Vlak AD een meerder of minder Helling geeft. IX. LES. 2. AFDEEL.

Ophelderingen.

Het Rolrond ſtukje Houts D van onze Proefneeming is een Lighaam, dat Zwaartekragt heeft, en dus natuurlyker wyze neigt om zig van boven naar om laag, en Loodregt op het Waterpas te beweegen, dat is, volgens de Loodlyn te vallen. Twee oorzaaken ſpannen te zamen om het op te houden, en deszelfs Val te beletten; de eerſte is de Weêrſtand van het Hellend Vlak, daar het op ſteunt: de tweede, de kragt en tegenwerking van de twee Gewigtjes *d*, *d*. Indien 'er deeze laatſte oorzaak alleen op werkte, zou de Som van de twee Gewigtjes, om de Rol op te houden, dezelve in Zwaarte moeten evenaaren, maar by de uitkomſt der Proefneeming zien wy, dat 4 Oncen, door middel van het Hellend Vlak, 5 of 6 Oncen ophouden. Het blykt derhalven ontwyffelbaar, dat in dergelyk geval een kleinder Beweegkragt eene die grooter is kan weêrſtaan en opweegen.

4 Oncen houden 6 op een Hellend Vlak tegen.

Laat

IX. LES. 2. AFDEEL. Oorzaak van dat Uitwerkzel nagespoord. PL. 7. Fig. 2.

Laat ons, om de reden van dit Uitwerkzel wat dieper te doorgronden, veronderstellen, dat de Lyn *ac*, in *Fig.* 2, het Hellend Vlak verbeelde; dat de Cirkel *dfg* de Doorsnyding is van het Rolrond stuk; dat het geheel Gewigt van dat gansche Ligchaam geplaatst is in deszelfs Middelpunt *k*, en dat het in Evenwigt staat met een Beweegkragt, wier Streeklyn loopt als *kp*, terwyl het door zyn eigen Zwaartekragt genoopt wordt, om langs de Lyn *kb*, Loodregt op het Waterpas *bc*, naar beneden te vallen. Zie daar dan twee Kragten, beide op het uitend *k* van eene zelfde Middellyn of Hefboom, die met het ander end *d* op het Vlak rust, werkende: maar eene van haar beiden, *p* naamelyk, maakt met dien Hefboom een Regten Hoek *pkd*, en werkt daar door op denzelven volgens de allervoordeeligste Streeklyn; terwyl de andere in tegendeel op dien zelfden Hefboom met een schuinze Streeklyn werkt, en met hem een scherpen Hoek *dkb* maakt: het welk, volgens 't geen we in de voorgaande Afdeeling gezegd hebben,

ben, haar waare Kragt in vergelyking met *kd*, tot de langte brengt van de Lyn *de* (*). Dewyl nu *de* korter is, dan *dk*, mag men ook met regt zeggen, dat het Gewigt van de Rol ook zoo veel ligter wordt, in vergelyking van dat van de Beweegkragt *p*: en als zoo veel van zyn natuurlyke Zwaarte verlieft. Om uit dit Uitwerkzel een algemeenen Regel af te leiden, moet men aanmerken, dat de Driehoek *dke* gelykvormig is aan dien, die het Hellend Vlak verbeeldt, *abc* naamelyk (†); en dat bygevolg de twee Ly-

IX. LES. 2. AFDEEL.

(*) [Want de fchuinze Kragt, gelyk voorheen gezegd is, ftaat tot de Loodregte, als de Hoekmaat van den Hoek der Schuinsheid tot de geheele halve Middellyn. *de* is hier die Hoekmaat van den fchuinzen of fcherpen Hoek *dkb* van de Zwaartekragt; *kd* de halve Middellyn zelve, daar *p* Loodregt op werkt. De fchuinze Zwaartekragt *kb* ftaat hier derhalven tot de Loodregt werkende *pk*, als *de* tot *kd*.]

(†) [Door gelykvormige Driehoeken verftaan de Wiskonftenaars zodanige Driehoeken, wier Hoeken, yder in 't byzonder, wederzyds aan elkander gelyk zyn: zoo dat de Tophoek, by voorbeeld, van den eenen, gelyk zy aan den Tophoek van den anderen; de Hoek ter regter of ter flinker zyde van den Voet, gelyk aan dien van de regter of flinker zyde des Voets in den anderen Driehoek: fchoon

IX. LES. 2. AFDEEL.

nen *de* en *dk* dezelfde evenredigheid tot elkanderen hebben, als *ab* heeft tot *ac*. Hier uit volgt dit algemeen Voorstel, *dat het Gewigt van het Lighaam staat tot de Kragt, die het ophoudt, als de Hoogte van het Hellend Vlak*

schoon beider zyden ondertusschen in grootte verschillen. De Eigenschap deezer Driehoeken is, dat derzelver eveneens geplaatste zyden, dat is, zyden in beide de Driehoeken tegen dezelfde Hoeken overstaande, wederzyds gelyke evenredigheid tot malkander hebben: 't geen uit dit voorbeeld zelf nader zal opgehelderd worden. Zoo dra men hier derhalven beweezen heeft, dat de twee Driehoeken *dke* en *abc* wederzyds gelyke Hoeken hebben, zal, volgens de bepaaling van derzelver aart, daar uit volgen dat ze gelykvormig zyn aan elkander. De Hoek *dek* is gelyk aan den Hoek *abc*; om dat ze beide Regte Hoeken zyn. De Hoek *dke* is volgens zeker bekend Voorstel gelyk aan *edc*; deeze is wederom gelyk aan *bca*; zoo dat de Hoek *dke* gelyk is aan den Hoek *bca*. De twee overige Hoeken *kde* en *bac* moeten derhalven, als in beide Driehoeken het overschot zynde tot vervulling van twee Regte Hoeken, ook gelyk zyn aan malkander: de Driehoeken *dke* en *abc* zyn dan gelykvormig. Hier uit volgt nu ook, dat *de* dezelfde evenredigheid heeft tot *dk*, als *ab* tot *ac*. Want *de* en *ab* staan beide tegen over twee Hoeken, die gelyk zyn, *dke* naamelyk, en *bca*: gelyk ook *dk* en *ac* overstaan tegen *dek* en *abc*, twee Hoeken, die beide Regt en bygevolg gelyk zyn: *de* staat derhalven tot *dk*: *ab*. *ac*.]

ak staat tot deszelfs langte: dat is te zeggen; IX. LES.
t zo de Lyn *ab*, Hoogte van 't Vlak, staat 2. AF-
t de Lyn *ac*, die deszelfs langte aanwyst, DEEL.
s het getal 2 tot 3, dat is, zo *ab* één der-
: korter is dan *ac*, dat men dan met een
ragt van 2 Oncen een Gewigt van 3 On-
n op een Hellend Vlak zal kunnen tegen-
ouden en opweegen (*).

Maar

(*) Hier uit volgt de algemeene Regel van E-
nwigt. De Beweegkragt staat tot den Weerstand
de Hoogte van 't Hellend Vlak tot deszelfs lang-
Dit is de oude Reden der wederkeerige of om-
keerde Snelheden of Wegen. De Beweegkragt
opt de gansche lang'e van 't Vlak af, terwyl de
ee.stand niet hooger opgetild wordt, geen meer
gs in de Loodlyn aflegt, dan het Vlak hoog is.
at iemand een Vat, by voorbeeld, by een Vlak
n 3 Voet hoog en 5 Voet lang op trekken of op-
len; hy moet de gansche langte van 5 Voet, 't zy
et trekken, 't zy met rollen, afloopen; terwyl
t Vat, als het boven aan 't Vlak gekomen is, eg-
t niet hooger dan flegts 3 Voet boven den Grond
bragt is. Als men derhalven w voor de Hoogte,
voor de langte van een Hellend Vlak neemt, heeft
en wederom, gelyk voorheen. B. W : : w. b. of
b = W w. Hier uit volgen ook weer dezelfde re-
ls van berekening. Om de Kragt tot het ophou-
n van een zeker Gewigt op zeker Vlak noodig,

IX. LES. 2. AFDEEL. De Streek-

Maar dewyl de Beweegkragt dit voordeel op den Weêrstand niet heeft, dan uit hoofde van haar Loodregte en bygevolg allergunstig-

te vinden, heeft men $B = \frac{Ww}{b}$. Het Gewigt, dat men met een zekere Kragt zou kunnen ophouden $W = \frac{Bb}{w}$: om de Hoogte die men ten dien einde aan een Vlak van die langte zou moeten geeven, $w = \frac{Bb}{W}$ en om de langte te vinden om 't Gewigt met die Kragt tot zulk een Hoogte te brengen, $b = \frac{Ww}{B}$.

Voorbeeld. Men heeft een Vat van 120 ℔ 3 Voeten hoog te rollen langs een Plank, zoo men wil, van 12 Voeten lang. De Kragt die men 'er toe doen moet is $30 = 120$ maal 3 of $\frac{360}{12}$. Het Gewigt dat men op zulk een Vlak met die Kragt kan tegenhouden is $120 = 30$ maal 12 of $\frac{360}{3}$. De Hoogte, die men aan een Vlak van die langte geeven moet, om met zulk een Kragt zulk een Werk te doen is $3 = 30$ maal 12 of $\frac{360}{120}$. En eindelyk de langte van de Plank om het Vat met die Kragt 3 Voet hoog te rollen is $12 = 120$ maal 3 of $\frac{360}{30}$. Men begrypt van zelf dat men den aart van 't Vlak &c, naar dat de omstandigheden van plaats en tyd vereischen, op ontelbaare wyzen kan veranderen. Uit de bekende grootheden vindt men, hoe 't geval ook wezen mag, volgens deezen Regel ligtelyk de onbekende.

Laat ik hier in 't voorbygaan een Zoort van Dubbelzinnigheid wegneemen, die by min bedreevenen mo-

ſtigſte Streeklyn, zal ze 'er met zoo veel Kragts niet meer op kunnen werken, zoo dra ze niet langer evenwydig werkt met het Hellend Vlak. Want welke andere Streeklyn, dan die evenwydige, men haar ook geeven

IX. LES. 2. AFDEEL. lyn, met het Vlak evenwydig, is de

mogelyk eenige verwarring zou kunnen veroorzaaken. De Heer NOLLET zegt hier, dat het *Gewigt ſtaat tot de Kragt als de Hoogte van 't Vlak tot de langte:* zoo ſtaan ze zekerlyk als men in 't algemeen enkel de evenredigheid, welke de Kragten tot elkander hebben, niet het Evenwigt, bepaalen wil. Hoe meer ſnelheid een Kragt heeft, hoe ze ongetwyffeld ſterker is in vergelyking van haar tegenparty; hoe ze op een Hefboom verder van 't Steunpunt afſtaat; hoe ze met meer Kragt dan een ander, die 'er nader by is, werken zal. Dus hebben dan die Kragten dezelfde evenredigheid tot malkander, welke haar Snelheden of Afſtanden tot elkanderen hebben. Zo B driemaal verder van 't Steunpunt afſtaat dan W, is hy ook 3 maal ſterker, en zal op zyn plaats 3 maal meer Werking doen dan W op de zyne. In dien zin ſtaat de Kragt van B tot die van W :: b. W. of 3. 1. dat is te zeggen, is driemaal grooter. Maar zo men haar Werking tot Evenwigt wil brengen, moet de overvloed van de eene Kragt, om ze van weerzyden gelyk te maaken, het gebrek van de andere vervullen. Daarom zegt men dat ze, in geval van Evenwigt, tot elkander ſtaan in de omgekeerde Reden van haar Snelheden, B. W :: w. b.]

LES. ven wil, altyd zal dezelve schuins op de h[illegible]
F- ve Middellyn *dk* vallen. Het Hellend Vl[illegible]
L. begunstigt daar door alleen de Werking v[illegible]
:dee- Beweegkragt, dat het een gedeelte van 't Ge[illegible]
e. wigt des Lighaams draagt en ondersteunt. Wanneer nu die Beweegkragt volgens ee[illegible] Streeklyn werkt die boven het Vlak ryst, al[illegible] *ki*, laat ze het Vlak niet alles draagen, wat het wel zou kunnen draagen: en zo ze 'er zig zoo ver van verwydert, dat ze eindelyk het Gewigt optrekt volgens de Lyn *kl*, ziet men dat het Vlak 'er niets meer van draagt, en dat de Beweegkragt, zal ze het Lighaam ophouden, deszelfs gansche Gewigt in vermogen moet evenaaren: werkt zy in tegendeel volgens een Streeklyn, die beneden het Vlak daalt, als *km*, dan wordt 'er een gedeelte van haar Kragt te eenemaal nutteloos, tegen het Vlak aan, verspilt; en men begrypt ligtelyk, dat, indien ze zoo laag daalde, dat zy de Streeklyn *kn* kreeg, de Weêrstand van het Vlak, als regtstreeks tegen haar aan werkende, haar beletten zou, om eenige de minste Kragt op het

Ge-

igt van het Lighaam te kunnen oeffe- (*).

IX. LES. 2 AF. DEEL.

Gevolgen.

e Proefneeming, waar over wy nu on- Ophelderingen gegeven hebben, doet niet alleen zien, dat men zig van Hel- e Vlakken met voordeel bedienen kan, Weêrstanden te overwinnen, zwaare igten op te houden en opwaarts te bren- met merkelyk kleinder Kragten, dan anders van nooden zou gehad hebben ze te stuiten, of langs de Loodlyn naar om

Daalen van het niet onderfteunde Zwaartepunt.

[Welke de maat en evenredigheid zy der net het Vlak evenwydige Streeklynen, zoo ten t der Loodregte Werking, als ten opzigt van e min of meer schuinze Streeklynen, is uit een te vooren reeds van de schuinze Streekly- op den Hefboom bladz. 62, gezegd is, ligtelyk maaken. Zy staan naamelyk in 't algemeen kander in dezelfde evenredigheid als de Hoek- en van de Hoeken welke die Streeklynen maa- met de Lyn, uit het Zwaartepunt van 't Lig- Loodregt op het Vlak getrokken: hier de Lyn die van het Middelpunt *k* Loodregt valt, op Vlak *ac*.]

om hoog te voeren: maar zy toont ons ook dat een Lighaam, welks Middelpunt van Zwaarte geen Steunzel heeft, en niet in zyn Loodlyn opgehouden wordt, altyd vallen moet, schoon het Lighaam anderzins ergens op rust. Want het is niet genoeg, dat het Rolrond stuk op het Vlak drukt en steunt in 't Punt *d*: zonder de medewerking van de Beweegkragt *p* zou het wel haast van boven naar beneden rollen, om dat deszelfs Zwaartepunt *k*, 't welk volgens de Loodlyn *kb* werkt, niet in die Lyn opgehouden en ondersteund wordt.

Het is op deeze wys dat men reden weet te geeven van een oneindig getal van Uitwerkzels, daar men in den eersten opslag verbaasd over zou staan, en die men bezwaarlyk zou vinden op te lossen, indien men dit Beginzel of niet kende, of 'er geen agt op sloeg. Figuur 3 by voorbeeld, is een vast Lighaam A, uit twee Kegels, die met hun breedste enden of Voeten aan elkander aan gevoegd zyn, zamengesteld. Dit Lighaam legt men op de twee R

Regelmaaten BC, DC, die met malkanderen een Scherpen Hoek in C maaken, en van het ander end B en D verhevener ftaan, zoo dat het Lighaam 'er op legt, als op een Hellend Vlak. Als men 't los laat, klimt het al rollende opwaarts uit C naar B en D, en volgt dus, naar het fchynt, een weg regtftreeks ftrydig met dien, welken alle Zwaare Lighaamen anders gewoon zyn te neemen. IX. LES. 2. AFDEEL.

Dit Uitwerkzel ontftaat daar uit, dat het Zwaartepunt van 't Lighaam A geen Steunzel heeft. Want, als het in C geplaatft is, zou het 'er ftil blyven leggen, indien het ruftte op een halve Middellyn als *ae*, die Loodregt ftondt op de Waterpas vlakte *ef*; maar dewyl de twee Regelmaaten een Hoek maaken, raaken zy den dubbelden Kegel in Punten, die van weêrskanten van de Loodlyn *ac* afwykende als agterwaarts uitftaan, gelyk *g*. Het Zwaartepunt, dat in *a* is, vindt derhalven geen Steunzel daar 't op ruften kan, en het gansche Lighaam begint van C naar B te rollen. Naar maate dat het volgens dee- Hy fchynt tegen een Vlak op te rollen. PL. 7. Fig. 4.

IX. LES. 2. AFDEEL.

deeze Streeklyn voorwaarts komt, daalt het Lighaam, dewyl de twee Regelmaaten hoe langer hoe wyder van een ſtaan, de ganſche langte van zyn halve Middellyn *ae*, die grooter is dan de hoogte *f*B, welke het opgeklommen ſchynt te zyn: en het Punt *a* is, naar het Waterpas gerekend, inderdaad een langte als *b*B gedaald.

Geen Ligchaam valt indien het Zwaartepunt wel onderſteund is.

Gelyk de Lighaamen, telkens wanneer hun Zwaartepunt geen Steunzel heeft, vallen moeten, zoo mag men ook met regt zeggen, dat ze nooit vallen zullen, zoo lang dat zelfde Zwaartepunt ergens op ruſt en onderſteund wordt. Dit is de reden, dat men zoo veele Gebouwen ziet, die ſchoon ze uit hun Loodlyn geweeken zyn, en met hun Muuren voor of agterwaarts overhellen, egter ſtaande blyven; en andere Werken meer, die men met voordagt hellend en vooruitſteekende, of uitſpringende, maakt; welke egter daarom niet nalaaten de noodige hegtheid en ſtevigheid te hebben, die hun toebehoort.

De Koor-

Men zal zig mogelyk verbeelden, als men een

een Koordedanſer ziet, dat het ſlegts aardigheids halven is en om zig een zwier van bevalligheid te geeven, dat hy genoegzaam onophoudelyk met zyn Armen in beweeging is. Maar de waare reden is deeze. Dewyl hy op een zoort van Vlak wandelt, 't welk ongemeen ligt beweegbaar is, en onophoudelyk onder zyn Voeten nu deeze dan die helling en ſchuinte maakt, brengt hy, zoo dra hy merkt, dat zyn Zwaartepunt het Steunzel zou kwyt raaken en buiten de Koord vallen, hetzelve weer op de behoorlyke Streeklyn, met zyn Arm naar den anderen kant verder uit te ſtrekken, en zig van den zelven te bedienen, als van een Hefboom, wiens Zwaarte zoo veel meer Werking doet, naar maate deszelfs Deelen verder af zyn van 't Middelpunt der Beweeging: en als hy in de Konſt nog niet genoeg bedreeven is, gebruikt hy tot dat zelfde einde zyn langen en aan de enden met Lood verzwaarden Stok, dien hy een weinig regts of ſlinks, naar vereiſch, uitſteekt: ook neemt hy wel Looden Ballen of iets anders, tot Tegenwigt, in de Handen.

IX. LES. 2. AFDEEL.

Koordedanſer.

IX. LES. 2. AFDEEL. Kinderen die eerst leeren gaan.

De Kinderen, die eerst beginnen te loopen, en door gewoonte de bekwaamheid nog niet verkreegen hebben om de Streeklyn en stand hunner Lighaamen te schikken naar de verschillende Vlakken, daar ze over gaan, vermyden door 't beweegen hunner Armen dikwils het Vallen, waar voor een Gang, dien zy nog niet vast hebben, hen genoegzaam onophoudelyk bloot stelt.

Het krom gaan van Zwaarlyvige Menschen en Pakkedraagers.

Waarom gaan Menschen, die Zwaarlyvig zyn, en een dikken vooruitsteekenden Buik hebben, agter over? 't Is, om dat, zonder zulk een Postuur, hun Zwaartepunt, niet genoegzaam ondersteund, hen in gevaar zou brengen om voor-over op hun Aangezigt te vallen. Een Draager, in tegendeel, die een zwaaren Last op zyn Schouderen torst, kromt zig voorwaarts over; om dat hy en zyn Pak een gemeen Zwaartepunt met malkander hebben, 't welk veeltyds buiten 't Lighaam van den Draager en niet meer Loodregt tusschen zyn Voeten in vallen, en dus geen Steunzel hebben zou, indien hy regtop ging.

ging. Hy is derhalven genoodzaakt zig zoo ver te krommen, tot dat dit Zwaartepunt zig op een Loodlyn bevindt, die tusschen zyn Voeten op den Grond valt.

IX. LES. 2. AFDEEL.

Op één Been staan, Hinken, Bukken.

Als men zig op één Been over-end wil houden, of, gelyk de Jongens, Hinken, is men genoodzaakt eene Zylinksche Beweeging te maaken, om het Lighaam loodregt te plaatzen boven dien Voet, daar het op steunt; en als men, om voorwaarts over te bukken, het Hoofd voor-uit steekt, moet men noodwendig het tegenovergestelde gedeelte agterwaarts uitsteeken, om het Evenwigt tusschen die twee Deelen te behouden. Dit is de reden, dat men niet op éénen Voet kan blyven staan, noch iets, dat voor ons legt, al bukkende opraapen, wanneer men een Muur of Boom onmiddelyk van ter zyden of agter zig heeft, die ons belet, de beweegingen te maaken, die men noodzaakelyk doen moet om het Zwaartepunt in de Streeklyn te plaatzen of te behouden, die Loodregt op het Steunpunt valt.

Van

IX. LES. 2. AFDEEL.

weerſtaat en tegen houdt. Wanneer ik nu de Wigge FGH tuſſchen de twee Lighaamen indryf, en dezelve geheel, de ganſche langte van haar Hoogte tot haar Top toe, doe daalen; is het zeker, dat op 't einde van die Werking de twee Lighaamen A en B ter wydte van de geheele Breedte van het Plat FH van elkanderen zullen afgeſcheiden en verwyderd zyn. Men begrypt ook ligtelyk, dat ze of verder van een zouden zyn geraakt, of nader by elkander gebleeven, indien ik een andere Wigge genomen had, wier hoek of ſtomper of ſcherper was dan FGH; gelyk by voorbeeld, *iGm*, of *lGn*. Nu heeft men zekerlyk, om dus twee Lighaamen, die Weêrſtand bieden, te verplaatzen, Kragt van nooden; en men heeft 'er zoo veel meer toe van doen, als men dezelve, binnen een zekeren bepaalden tyd, tot grooter afſtand en verder van een brengt.

'T Van een Splyten dier Deelen.

Ik verbeeld my, ten tweeden, een Wigge, die haar Kragt doet om de twee Deelen van een ſtuk Houts, die reeds eenigermaate geſpleeten en van een geweeken zyn, als

in

Fig. 7; verder van elkander te verwyde-
n, terwyl die Deelen tegen zulk een ver-
r verwydering Weêrstand bieden door de
derlinge verbintenis hunner Vezelen of
raaden, die onder den Hoek *p* nog met
alkanderen vereenigd zyn. Ik merk de
ree Lynen *sp* en *pq*, en de Lynen *tp* en *pr*
an de andere zyde, als twee kromme Hef-
oomen aan, wier Armen *pr* en *pq* met
erscheiden Draaden, alle even ver van el-
anderen af, onderling aan een verbonden
yn. De Wigge derhalven, die op *t* en *s*
erkt, doet teffens door middel van de twee
rmen *tp* en *sp* zyn Kragt tegen den eersten
and, die zig in den Hoek *p* bevindt, ter-
yl de twee andere Armen *pr* en *pq*, van de
romme Hefboomen, onder dien Hoek tot
aar beneden toe wederzyds aan elkander
leeven en vast zyn. Indien deeze eerste
and onbuigbaar is, en niet wyken kan zon-
er te breeken, zal de Kragt der Wigge,
o ze een weinig sterker is dan die Band, dat
ook doen, en hem breeken: wanneer nu dee-
ze eerste gebroken is, zal de tweede, die 'er

IX. LES. 2. AFDEEL. PL. 8. *Fig.* 7.

IX. LES. 2. Afdeel.

onmiddelyk op volgt, schoon even sterk, zig door dezelfde Kragt der Wigge gemakkelyker breeken laaten, om dat nu de Armen, waar aan de Beweegkragt werkt, in langte zyn toegenomen; gelyk men aan de gestippelde Lynen, die op den tweeden Band veronderstel ik uitloopen, in de *Figuur* zien kan: en om dezelfde reden moet vervolgens de Kragt der Wigge in vergelyking van den Weêrstand allenskens sterker worden, en hoe langer hoe meer Werking doen. Spruit het hier mogelyk niet uit voort, dat alle hard en droog Hout, Steenen, Glas, en in 't algemeen allerhande Zoorten van Stoffen, wier Deelen zeer hard en onbuigbaar zyn, in 't breeken aan stukken springen, en zig zeer gemakkelyk laaten van een splyten, zoo dra men maar door de Oppervlakte begint te komen? Men zou althans deeze Uitwerkzels niet zien gebeuren, zo die Banden, daar ik van spreek, buigbaar waren; om dat dan de eerste een weinig beginnende te wyken en toe te geeven, de volgende ook een gedeelte van de Kragt der Wigge zouden doen

draa-

draagen; en dus die Kragt, onder meer dan één Weêrstand verdeeld, niet genoegzaam zyn, om hen te eenemaal en eensklaps te doen breeken. IX. LES. 2 AF-DEEL.

't Zy nu de Wigge op de eene, 't zy zeop de andere wyze werke, het blykt althans; 1. Dat men 'er zig met veel voordeel van bedienen kan, om groote Weêrstanden te overwinnen; 2. Dat haar Werking zoo veel kragtiger wordt, naar maate, dat ze scherper is. De volgende Proefneeming zal, door het staaven deezer twee Voorstellen, ons teffens gelegenheid geeven, om de evenredigheid tusschen de Kragten, die door middel van dit Werktuig tegen elkander werken, te bepaalen. Algemeene Eigenschappen.

II. PROEFNEEMING.

Toestel.

De twee Vlakken AC en BC, in *Fig.* 8, maaken de twee platte zyden uit van een Wigge, die meerder of minder scherp gemaakt kan worden, door middel van een Schar- *Pl.* 7. *Fig.* 8.

 nier

IX. LES. 2. AFDEEL.

nier in C, en twee Schroeven in E en F, die de twee andere enden der Wigge aan het Plankje of regelmaat GH vast maaken. Dit laatste stuk is ten dien einde met een open Sleuf doorgewerkt, waar in men de Spilletjes der Zetschroeven, op de enden der beide Vlakken AC, BC, geplant; heen en weder verschuiven kan. DI is een Raam, waterpas op twee Standerts geplaatst, die op een Tafeltje staan, dat hun tot een Voet verstrekt. Twee Rollen *m* en *n* draaien in twee Beugeltjes, die zeer ligt voortglyden op Metaalen Draaden, van 't één end van 't Raam tot aan 't ander gespannen en aan welke Beugeltjes het Gewigt *p* hangt, dat door derzelver van één schuiving wordt om hoog getrokken. Men merkt ligtelyk, dat, door deeze schikking, de Rollen niet verschooven en van elkander verwyderd kunnen worden, dan door een Kragt, die in staat is om het Gewigt *p* op te ligten, en 't zelve in vermogen gelyk: en dat men derhalven, dewyl de Wigge ABC op dezelve, om ze van één te verwyderen, werkt of door haar eigen

Zwaar-

Zwaarte of door die teffens, welke men 'er by voegt, de Kragt die de Beweegkragt doet gemakkelyk vergelyken kan met die van den Weêrſtand. IX. LES. 2. Afdeel.

Men ſtelt het Gewigt van *p* op twee Pond, en maakt de Wigge zoo ſcherp, dat ze in ſtaat is, om door haar eigen Zwaarte de twee Rollen van één te ſchuiven: vervolgens opent men ze wat wyder en maakt haar zoo ſtomp, dat haar Kop of Plat AB gelyk is aan de helft van haar Hoogte KC.

Uitwerkzels.

1. Als de Wigge ſcherp genoeg is, is haar Kragt, ſchoon ze niet meer dan omtrent 12 Oncen weegt, in ſtaat om de Rollen van elkander te verwyderen.

2. Als de Hoogte van de Wigge KC, eens zoo groot is als de Breedte van haar Kop AB; zal ze egter nog in ſtaat zyn om de Rollen van één te ſchuiven, indien men iets meer dan 4 Oncen by haar eigen Zwaarte van 12 Oncen doet; dat is te zeggen, dat ze met een Kragt van 1 Pond, Even-

IX. LES. 2. Afdeel.

wigt zal maaken met een Gewigt, dat eens zoo zwaar is, of van 2 Ponden.

Ophelderingen.

Kragt van de Wigge zoo veel grooter naar maate dat ze scherper is. *Pl.* 8. *Fig.* 9.

'Indien het Gewigt *p* van onze Proefneeming in twee andere Gewigten, yder van één Pond, verdeeld was, gelyk *p* en *r* in *Fig.* 9: en de twee Rollen *m* en *n* zig niet verplaatzen en van elkander verwyderen konden, zonder die twee Gewigten teffens ook zoo ver te doen opklimmen, zou het klaar zyn, dat men zonder tusschenkomst van het Werktuig een Gewigt of Lighaam van de zelfde Zwaarte van 2 Ponden zou noodig hebben, om met die twee andere Evenwigt te maaken, en een weinig zwaarte meer om ze te doen opklimmen. Maar nu zien wy in de Proefneeming, dat 12 Oncen door middel van een Wigge dezelve opligten: wy zien ook, dat men iets meer dan 16 Oncen noodig heeft, om, als de Wigge wat stomper is, hetzelfde Uitwerkzel te weeg te brengen; de twee Voorstellen derhalven, daar we van spraken, zyn ten vollen beweezen; en 't

komt

komt 'er nu nog maar op aan, dat wy de reden van die Uitwerkzels wat nader aantoonen.

IX. Les. 2. Afdeel.

De Kragt staat tot den Weerstand als de Breedte tot de Hoogte.

De Kragt die een Lighaam, dat zig beweegt, of neigt om zig te beweegen, oeffent, wordt berekend uit den Inhoud van dat Lighaam, en uit den Graad van Snelheid, die het heeft, of hebben zou, zo de Beweeging plaats had. Nu kan de Wigge *abc* niet ter langte van zyn gansche hoogte *ck* daalen, zonder dat de twee Rollen *m* en *n* in den zelfden tyd de twee Wegen *ei* en *cl* afloopen, en de twee Gewigten *p* en *r*, bygevolg, ook al klimmende een gelyke langte van Weg afleggen. Deeze twee Wegen nu *ei* en *cl*, die met hun beiden even lang zyn als de Breedte van de Wigge *ab*, maaken slegts de helft uit van derzelver Hoogte *ck*; zoo dat een Gewigt, in *k* geplaatst, in den zelfden tyd eens zoo veel Weg in 't daalen afloopt, als de Gewigten *p* en *r* doen in 't klimmen. Om derhalven Evenwigt te maaken, zal het Gewigt K moeten staan tot de Som der twee andere Gewigten, in de omgekeerde reden van hun Snelheden, dat is, als

K. LES AF-DEEL. 1 Pond tot 2 Ponden; in geval de Lyn *cl* eens zoo lang is als de Lyn *ab*. Hier uit Vloeit deeze algemeene Regel voort. *De Beweegkragt moet, in geval van Evenwigt, tot den Weerstand zyn, als de Breedte van de Wigge tot haar Hoogte.* Een Regel die egter volgens de strikte Letter geen plaats heeft, dan alleen wanneer de twee tegen elkander werkende Kragten, even gelyk in de voorgaande Proefneeming, by bekende Gewigten kunnen vergeleeken worden (*).

Gevolgen.

oor- Het gebruik der Wigge blyft tot het klieven

(*) [Dit is wederom de gewoone Regel van de wederkeerige snelheden: *kc* verbeeld hier de werking van de Beweegkragt, *ab*, die van den Weerstand. De Weg, dien de Beweegkragt heeft afgeloopen, veronderstelt men de gansche Hoogte *kc* te zyn, terwyl ondertusschen de Weerstand *p* en *r* de Wegen *ci* en *cl* langs liepen. Men heeft derhalven, om Evenwigt te maaken, de Beweegkragt tot den Weerstand, als *il*, gelyk aan *ab*, tot *kc*, bygevolg B. W:: *ab*. *kc*, dat is, de Breedte van de Wigge tot derzelver Hoogte. Hoe kleinder men *ab* derhalven in vergelyking van *kc* neemt, hoe grooter de Kragt van B zal zyn in vergelyking van W.]

ven van Hout, en van Steen alleen niet bepaald, en derzelver gedaante is niet altyd een vry ftomp toeloopend ftuk Yzer, taamelyk ruuw aangefleepen, 't welk men door Hamerflagen met geweld ergens inflaat; maar men mag ook met regt zeggen, dat in 't algemeen alle fnydende Werktuigen, van welken aart zy ook zyn mogen, de Byl, het Hak- en Kapmes van den Houthakker, de Beitel en Guds van den Schrynwerker en Timmerman, de Laatvlym en 't Snymesje van den Heelmeefter, het Scheermes, en allerhande zoort van gewoone Meffen, by yder dagelyks in gebruik, eigentlyk niets anders zyn, dan Wiggen, wier Hoek, grootte, form en hardheid, gefchikt zyn naar den aart der Stoffen, daar ze op werken, en naar het Werk, dat de hand, die derzelver Kragt regelt, 'er meê verrigten moet. Dit zal yder met my ligtelyk erkennen, zo hy flegts agt geeft, dat die ftraksgemelde en meer andere dergelyke Werktuigen, alle zonder onderfcheid, twee Oppervlaktens hebben, die fchuins naar elkanderen hellen, en op die

IX. Les. 2. Afdeel. beelden van Wiggen, Byl, Beitels, Meffen,

IX. LES, 2. AFDEEL.

plaats, daar ze zamenloopen, altyd een Hoek maaken, die min of meer ſcherp is.

Spykers, Spelden, Naalden, Priemen.

Gelyk deeze Hoek het wezentlyk gedeelte is, dat eigentlyk de Wigge uitmaakt, en 'er noodzaakelyk by vereiſcht wordt; zo is het juiſt ook niet noodig, dat hy door den ſamenloop gevormd worde van twee Vlakken alleen. De Spykers en Nagels, die vier platte kanten hebben, welke alle in een Punt zamenloopen, de Priemen met ronde Punten, de Spelden, de Naalden, en wat 'er meer van dien aart is, wier aller oppervlakte men als een ry van aaneengeſchakelde Lynen kan aanzien, die zig alle in een gemeen Punt met elkâar vereenigen, doen ook hun Werk als Wiggen, en moeten 'er onder geteld worden.

Meſſen zyn Wiggen en Zaagen teffens.

Men moet hier aanmerken, dat 'er onder de verſcheiden zoorten van Snydende Werktuigen veele zyn, die men, onder 't werken, volgens hun langte voort ſleept en naar zig toe trekt, terwyl men ze op denzelfden tyd loodregt tegen de Lighaamen aandrukt, die men Kerven of Snyden wil; op die wys gaat

gaat men met allerhande zoorten van Meſ- IX. LES. 2. AFDEEL.
ſen te werk. Men gebruikt ze, naamelyk, op den zelfden tyd, als Wiggen teffens en als Zaagen. Want men moet weeten, dat de allerfynſte Scherpte uit Deeltjes beſtaat, die juiſt niet alle naauwkeurig in één zelfde regte Lyn zig bevinden. Eenige Deeltjes, nu, merkelyk hooger dan de andere uitſteekende, vormen een zoort van kleine Tandjes, die men met het Vergrootglas duidelyk onderſcheiden kan, en die eerlang door 't gebruik verſlyten, of gaan omleggen. Derhalve draagt men by tuſſchenpoozing zorg, om dezelve, op gelyke wys als ze eerſt geboren werden, wederom te herſtellen, door de Vlakke kanten van het Lemmer tegen een Slypſteen te wryven, en 't zelve dus, gelyk men 't noemt, een nieuwe Sneede te geeven en weer ſcherp te maaken. By alle Werktuigen, daar men op deeze wys meê ſnydt, wordt zoo ſterk een Drukking niet, als wel by andere, vereiſcht. Hierom geeft men in 't gebruik en de verrigtingen der Heelkunde, zoo veel mogelyk is, het

IX. LES. 2. Afdeel.

het Snymesje den voorrang boven de Schaar, die niet dan alleen drukkende Snyden kan, om de Kneuzing der Deelen dus te vermyden, en den Lyder pyn te bespaaren.

Gevaarlyk Konstje.

Maar schoon wel een Snydend Werktuig eigentlyk gemaakt zy, om al voortsleepende, gelyk de gewoone Messen doen, te snyden; men dient egter niet te vergeeten, dat zy ook een Lighaam, daar ze slegts alleen loodregt tegen aan gedrukt worden, kunnen kerven en doorsnyden. Het is enkel roekeloosheid, dat men, gelyk men zomtyds doet, met de vlakke hand op het Scherp van een Scheermes slaat. Het Vel biedt, 't is waar, wel wat meer tegenstand, wanneer het Werktuig alleen als een Wigge op hetzelve werkt, inzonderheid zo het een groote Oppervlakte teffens beslaat en treft: maar 't is altyd gevaarlyk te willen beproeven, hoe ver die tegenstand wel kan gaan.

Van de Schroef.

De Schroef

De *Schroef* is een Rol of een zeer langzaam afloopende Kegel, op wiens Oppervlakte men

men een Sleuf of Groef uitgehoold heeft, die zig Slangswyze om de Rol of Kegel draait. Het Middelschot, 't welk tusschen de Slingers van die Groef gelaaten is, noemt men den *Draad* van de Schroef, en de wydte of afstand van den eenen Draad tot den anderen de *Pas*. Dezen zelfden Draad en Groef graaft men ook uit in eene Rolronde Holligheid of rond Gat, ten dien einde geboord en uitgehoold; en maakt 'er dus een Binnenschroef van. En als deeze twee Zoorten van Schroeven op zulk een wys geschikt zyn, dat de Draad van de eene zig beweegen kan, en past in de Groef van de andere, en deeze wederom in die, wordt de Holle Schroef een Binnenschroef, anders *Moêrschroef* of *Moer* genoemd, gelyk de andere den naam draagt van Buitenschroef, *Vaârschroef* of enkel *Schroef*.

IX. LES. 2. AFDEEL.

Ecrou

Vis

Men heeft slegts het oog op *Fig.* 10 en 11. te slaan, om te zien, dat de Draad van een Schroef, wanneer men dat gedeelte alleen van haar Oppervlakte in aanmerking neemt, waar op de Kragt van den Weêrstand geschiedt,

Is een Hellend Vlak. *PL.* 8. *Fig.* 10. 11.

IX. LES. 2. AFDEEL.

ſchiedt, niets anders is dan een Hellend Vlak, 't welk ſchuins afloopt naar den *Voet* van de Rol, rondsom welke hy geſlingerd is: en dat dit Vlak zoo veel meer Helling heeft, naar maate dat de Pas of Wydte tusſchen de Draaden kleinder is. Dus zyn 't dan, wanneer een Buitenſchroef in haar Binnenſchroef draait, twee Hellende Vlakken, van welke het een glydt over het ander. De Hoogte van die Hellende Vlakken, voor yder keer, die ze doen, kent men uit de wydte en afſtand der Draaden van elkander, en de langte uit die Hoogte en uit den Omtrek van de Schroef. Want zo men een van die Draaden, als *ab*, met zyn pas of tuſſchenwydte *bc* los maakt en ontzwagtelt, zal men den Driehoek *abc* krygen, *Fig.* 10.

Algemeene Regel van Kragt.

Als men zig van dit Werktuig bedienen wil, maakt men een der twee Stukken, (de Binnen of de Buitenſchroef,) aan den Weêrſtand, dien men overwinnen moet, vaſt of zet het 'er tegen aan; terwyl het ander ſtuk 't zelve als tot een Steunpunt verſtrekt: vervolgens doet men, door dezelve rond te draa-

draaien, de Binnenschroef op de Buitenschroef, of deeze in de Binnenschroef loopen volgens haar langte, en de Weêrstand, die deeze Beweeging tegenstaat, wykt ook zo ver voor of agterwaarts. Aan de staande Slootemaakers of Smids-Schroeven, by voorbeeld, wordt de eene Bek, met een Buitenschroef, tegen den anderen, daar een Binnenschroef aan vast is, aangedrukt. De Beweegkragt moet derhalven, gelyk men ziet, een ganschen slag of keer om doen, om den Weêrstand een Pas, dat is de wydte van den eenen Draad tot aan den anderen, te verplaatzen. Wanneer men dezelve onmiddelyk aan den Omtrek van de Schroef zelve werken liet, zou bygevolg de Weg, dien ze afliep, of haar Graad van Snelheid *ac* zyn, en die van den Weerstand *bc*: maar dewyl men doorgaans de Schroeven, en inzonderheid zulke die wat zwaar vallen, draait met Hefboomen, Staaven of iets dergelyks, dat op de zelfde manier werkt, loopt de Beweegkragt merkelyk grooter weg af, dan ze gedaan zou hebben, zo ze zonder behulp van ee-

IX. Les. 2. Afdeel.

Pl. 8. *Fig.* 10.

IX. LES. 2. AFDEEL.

eenig Werktuig aan de Schroef zelve gedraaid hadde. Het is derhalven *ac* nu niet meer, die haar Snelheid uitdrukt, maar 't is de Omtrek van een Cirkel, van welken de Hefboom DE de halve Middellyn is. Men kan 't derhalven tot een algemeenen regel maaken, dat in 't gebruik der Schroef, de Wryvingen uitgezonderd en voor niets gerekend; *de Beweegkragt, in geval van Evenwigt, ſtaat tot den Weèrſtand, als de hoogte van de Pas of wydte b c ſtaat tot den Omtrek door 't end E van den Hefboom, daar men mee draait, beſchreeven; dat is, in de omgekeerde Reden der Snelheden* (*).

Naar

(*) [Indien wy derhalven *bc* weder w, en den Omtrek van den Cirkel, door E beſchreeven, b noemen, hebben wy wederom B. W : : w. b. en Bb = Ww. Het zou onnoodig zyn de gewoone Regels, om alle die grootheden te vinden, hier wederom te herhaalen. Ik zal alleen aanmerken, zo *bc* twee Duim en DE $3\frac{1}{2}$ Voet lang was, hoe veel Gewigts iemand met een Kragt van 30 Pond door middel van zulk een Schroef zou kunnen opligten. DE is de halve Middellyn van den Cirkel, dien de Beweegkragt E beſchryft. De geheele Middellyn zal derhalven 7, en de ganſche Omtrek van den Cirkel

22

Naar den aart der Stoffe, daar men de Schroeven van maakt, en naar de Kragt, die men 'er meê denkt te doen, geeft men de Draaden een verschillende Vorm. Meest al maakt men ze schuins en eenigzins scherp toeloopende, gelyk die van *Fig.* 10; ook wel plat en vierkant gelyk in *Fig.* 11. Deeze laatste ziet men doorgaans gebruikt aan zwaare Metaalen Schroeven, die dienen om meê te perssen, en aan de staande Schroeven der Smeden en Slotemaakers; om dat ze minder Wryving hebben dan de andere. De Schroeven,

IX. LES. 2. AFDEEL.

Scherpe en vierkante Schroefdraaden.

22 Voeten zyn: 22 Voeten bedraagen 264 Duimen. Nu is $W = \frac{Bb}{w}$. dat is, het Gewigt = 30 maal 264 of $\frac{7920}{2} = 3960$ Ponden. Hoe kleinder derhalven w of bc is, dat is hoe naauwer de tusschenwydtte is van de Draaden der Schroef, en hoe langer de Hefboom is, dien men gebruikt; hoe grooter Kragt met de Schroef kan gedaan worden. Men weet, hoe men door middel van Schroeven, die men dan den naam geeft van Vyzels, gewoon is de grootste gevaartens, gansche Huizen zelfs, te ligten en op te winden. Ik zal hier nog eens herinneren, dat in deeze, gelyk in alle voorgaande Rekeningen, geen agt gegeeven is op de Wryvingen.]

IX. LES. 2. AFDEEL.

ven, die men van Hout maakt, geeft men scherp toeloopende Draaden, om ze steeviger te doen zyn en beter in staat om Kragt te doen; want door die gedaante krygen zy, aan een Rol van eene zelfde dikte, een breeder Oppervlakte. Van dezelfde Vorm maakt men ook de Draaden van de Houtschroefjes, van die kleine Yzeren Schroefjes, meen ik, die met een Punt scherp toeloopen, en zelve zig haar Binnenschroef in 't Hout booren moeten. Men moet dezelve, gelyk ook het Yzer van Fretten en Puntbooren, als draaiende Kegels aanmerken, wier hoek te gemakkelyker zig een weg door 't Hout maakt, naar maate dat hy scherper is.

Twee befaamde Schroeven.

Onder een groote menigte van Werktuigen, wier voornaamste stuk in een Schroef bestaat, zyn 'er inzonderheid twee, die grootelyks in aanzien zyn, en boven de anderen uitmunten. Het een is die beroemde Schroef, die nu zedert omtrent twee duizend Jaaren den naam van de Schroef van *Archimedes*, derzelver Uitvinder, draagt, en van welke men zig, by zeer veele gelegen-

genheden, met groot Voordeel bedienen kan, om Water op te Pompen, en in de hoogte te voeren. Het ander is de *Schroef zonder end*; dus genoemd, om dat zy zonder ophouden en eindeloos zoo lang men wil, dezelfde Streek heen, altyd met werken voortgaat; in tegenstelling van andere Schroeven, die in een Moerschroef loopen, en met werken ophouden, zoo dra zy haar volle langte uitgeloopen hebben. IX LES. 2. AFDEEL.

De Schroef van *Archimedes* bestaat uit een Rolrond stuk, dat schuins op het Waterpas staat of helt, en op twee Spillen of Halzen in A en in B draait; en uit een Buis of Geut, die Slangswyze om hetzelve geslingerd is; gelyk in *Fig.* 12 wordt afgebeeld. Een Lighaam, aan den Mond C van de Geut geplaatst, valt door zyn eigen Zwaarte naar *d*: als men nu de Schroef draait, komt, met een halve keer, het Punt *d* in *e*, en het Lighaam, door zyn eigen Gewigt altyd op de laagste plaats gehouden, zal zig, in de Geut, in het Punt *f* bevinden, dat ook een halve keer gedaan heeft, en in *g* gekomen is. Dus al geduurig De Schroef van *Archimedes*. PL. 8. *Fig.* 12.

IX. LES. 2. AFDEEL.

voortdraaiende doet men het Lighaam de ganſche langte van de Schroef, van beneden tot boven toe, doorloopen; zoo dat, door middel van dit ſchrander uitgedagt Werktuig, een Lighaam opwaarts klimt door de Werking van die Kragt zelve, die het daalen doet. Als men het onderſte gedeelte van deeze Schroef in 't Water dompelt, begrypt men ligtelyk, dat de Buis door het draaien telkens Water ſcheppen en onophoudelyk vol moet blyven, terwyl het door een mond aan 't bovenend onophoudelyk uitloopt.

Gebruik. Dewyl dit Werktuig op twee Spillen draait, is een zeer geringe Kragt in ſtaat, om 't zelve, zo het wel gezet zy, en met zig zelven behoorlyk in Evenwigt ſta, aan den gang te houden. Maar men kan het niet wel gebruiken, dan alleen om het Water ſlegts tot een middelmaatige Hoogte te brengen; gelyk in 't droogmaalen van Landeryen by voorbeeld: want dewyl deeze Schroef noodzaakelyk ſchuins moet ſtaan, kan ze het Water niet tot een groote Hoogte brengen, zonder dat ze zeer lang en daar door ongemeen

zwaar

zwaar zy; en zonder gevaar te ſtaan van zig te krommen, en haar Evenwigt, op de Spillen daar ze op loopt, te verliezen. IX LES. 2. AFDEEL

Het geen men gemeenlyk den naam geeft van *Schroef zonder end*, is een Werktuig, beſtaande in een Schroef, wier Rol of Staaf, daar ze om geſlingerd is, altyd den zelfden weg heen draait op twee Halzen of Spillen, daar dezelve aan beide enden oploopt. De Draaden van deeze Schroef, die meeſt al Vierkant gemaakt worden, doen een loodregt ſtaand Rad, welks Tanden zy vatten, ronddraaien. Dit Rad is in zyn Middelpunt van een Spil met een Touw voorzien, daar men 't Gewigt aan bindt dat men wil optrekken; even gelyk men met de Windas doet. Zie *Figuur* 13.

De Schroef zonder end. *PL.* 8. *Fig.* 13.

Door middel van dit Werktuig kan men met een zeer geringe Kragt een ongemeen grooten Weêrſtand overwinnen; maar dat voordeel koſt ook vry wat Tyds. Want de Schroef moet een ganſche keer doen, om het Rad éénen Tand te doen voortgaan; en alle de Tanden, zoo veele als 'er aan 't Rad zyn,

Groote dog traagwerkende Kragt.

IX. LES. 2. AFDEEL.

moeten de Schroef voorby, eer de Spil van 't Rad eens omdraait; zoo dat, indien 'er 100 Tanden aan 't Rad zyn, en de Middellyn van de Spil vier Duim bedraagt, de Beweegkragt F den Zwengel honderd maal zal moeten omdraaien, om den Weêrſtand P éénen Voet te doen ryzen (*). Maar zeer dikwils ge-

(*) [Maar dan zal, de Zwengel ſlegts 2 Duim lang geſteld, de Beweegkragt ook 100 maal meer Kragts doen. Een Spil van 4 Duim Middellyns, naamelyk, geeft 12 Duim of een Voet voor den Omtrek; die eens omdraaiende het Lighaam P een Voet doet ryzen. De 2 Duimen van den Zwengel geeven ook, dewyl ze de halve Middellyn uitmaaken, een Voet voor den Omtrek, dien F, yder keer, omloopt. Zy heeft dan 100 maal grooter ſnelheid of loopt 100 maal langer weg in denzelfden tyd af als P. Beider Kragten hebben derhalven ook tot elkander dezelfde evenredigheid, naamelyk, van 100 tot 1. Dus zou F met een Kragt van 1 Pond in Evenwigt ſtaan met P van 100 Ponden: want in geval van Evenwigt ſtaat F. P: : 1. 100, dat is, in de omgekeerde reden haarer Snelheden of Wegen. Men begrypt dus ligtelyk, dat door 't verlengen van den Zwengel, 't vermeerderen der Tanden van 't Rad, 't verdunnen van de Spil, een zeer gering Gewigtje (de wryvingen uitgezonderd) in ſtaat zou zyn, om een vryzwaaren Laſt op te ligten. Maar het voornaamſte oogmerk van dit Werktuig ſtrekt tot andere gebruiken.]

gebeurt het, dat deeze zelfde Traagheid van Werking het voornaame oogmerk is, daar men op doelt, gelyk wanneer men den Loop van een Raderwerk wil matigen, en een eenpaarigen gang doen houden, of wanneer 't 'er op aankomt, om een Lighaam een zeer klein end wegs, wiens nette maat men gaarn weeten wil, voorwaarts of agterwaarts te doen wyken.

IX. I.es. 2. Afdeel.

Nut der Wryving in de Wigge en Schroef.

In deeze gansche Afdeeling, gelyk ook in de voorgaande, heb ik geen de minste agt geslagen op de Wryvingen, om niets dan enkel de Uitwerkzels, die yder Werktuig, op zig zelven en in zyn volle Kragt aangemerkt, doen kan, te berekenen. Ik kan hier egter niet nalaaten te melden, hoe 't in 't gebruik der Schroef en der Wigge dikwils gebeurt, dat men derzelver Werking aan de Wryvingen voornaamentlyk verschuldigd is, en dat 'er, zo men op die zoort van Weerstand in 't gebruik dier Werktuigen vergat agt te geeven, zeer weinige gevallen zouden zyn, waar in men de twee tegen elkaâr werkende Kragten, met eenige naauwkeu-

IX. Les. 2. Afdeel.

righeid, met malkander zou kunnen vergelyken. Twee Voorbeelden zullen de gegrondheid van deeze myne aanmerking toonen. Wanneer men met een Kragt als van 100 Ponden een Wigge tusschen de twee gedeeltens, die reeds van een beginnen te splyten, van een stuk Houts heeft ingedreeven, blyft de Wederwerking of Veerkragt van het Hout, die de Werking der Beweegkragt Weêrstand biedt, altyd standhouden, schoon men met die Werking opgehouden heeft. Waarom keert de Wigge dan, zo ze niet heel stomp is, niet weêrom, en springt te rug uit het Hout? Om dat zy, in zulken geval, de Drukking van 't Hout, die haar perst om te rug te springen, weerstaat en overwint door de Wryving van haar Oppervlakte, die de Kragt, waarmeê ze 'er ingedreeven werdt, evenaart of zelfs te boven gaat. Wanneer men de twee Bekken van een zwaare Slootemaakers Schroef met de Draaischroef heeft aangezet, blyft op het oogenblik, dat men met draaien ophoudt, de Weerstand in Evenwigt met de Beweegkragt, en de Schroef

vast

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

vaſt ſtaan. Zonder de Wryving van de Draaden der Buiten en Binnenſchroef op malkander, moeſt de geringſte Kragt de twee Bekken weer kunnen verwyderen en van één trekken; egter is men 'er, wat Kragt men 'er ook op doet, niet toe in ſtaat, en daar in beſtaat ook het voornaamſte voordeel en gebruik van dat Werktuig. IX. LES. 2. AF-DEEL.

DERDE AFDEELING.

Van de Touwen.

DE *Touwen*, gelyk men weet, zyn lange en buigbaare Lighaamen, zomtyds enkeld, dog meeſt al zamengeſteld van veele Vezels of Draaden, uit Dieren, Planten of Mynſtoffen. De Ketenen of Kettingen zelf moet men, voor zoo ver 't gebruik aangaat, dat men 'er in de Werktuigen van maakt, ook als Touwen aanmerken: want ſchoon wel derzelver maakzel van een geheel anderen en verſchillenden aart is, zy be- De Touwen.

IX. Les. 3 Afdeel.

bezitten egter de wezendlykste en eigen hoedanigheden der Touwen, langte naamelyk en buigbaarheid, die haar ook tot dezelfde gebruiken bekwaam maaken.

Derzelver Gebruiken.

Men bedient zig doorgaans in de Beweegkunde van de Touwen tot drie verscheiden einden; 1. Om de Streeklyn der Beweeging te veranderen; gelyk wanneer men door middel van een Katrolschyf een Gewigt of zwaar Lighaam om hoog trekt door de Kragt of Werking van een ander dat middelerwyl daalt: 2. Om een Beweegkragt of Weêrstand van stand te doen veranderen en op een plaats te brengen, daar dezelve of gemakkelyker of met meer voordeel werken kan. Dus trekt een Paard, by voorbeeld, op den Oever geplaatst, aan een Touw of Lyn een Schuit voort, welke het op een andere wys genoegzaam nooit in beweeging zou hebben kunnen brengen: 3. Om alle zoorten van losse Lighaamen, die uit zig zelve geneigd zyn om van een te wyken en te vallen, of welke een van buiten aankomende Kragt van elkander tragt te verwyderen en te verplaat-

plaatzen, 't zamen te binden, vast te knoopen, en by een te houden.

IX. LES. 3. AFDEEL.

Nadeelen.

De Touwen kunnen uit zig zelven tot de Kragten, die op hen werken, of op welke men hen werken laat, niet af noch toe doen, en de maat van derzelver vermogen niet vergrooten noch verminderen. Laat het Touw, by voorbeeld, daar men een Klok meê luidt, vyftien Vadem lang zyn, of laat het slegts een of twee zyn, de Klokluider zal 'er, zoo veel de zwaarte van zyn Klok aangaat, dezelfde Kragt, niet meer noch min, aan moeten doen. De Kragt, die een Paard voor een Rytuig doet, blyft dezelfde, 't zy het met een zwaar of met een ligt Trekzeel en Tuig trekke. Maar naar maate dat een Touw of dikker is, of langer, wordt het zwaarder; het kromt zig, als men 'er niet in de Loodregte Streeklyn meê werkt, en neemt min of meer Bogts aan; en eindelyk, hoe dikker, hoe 't minder buigbaar is. Deeze Zwaarte, deeze kromme Bogt, en deeze Styfheid der Touwen, zyn wezendlyke Weerstanden of nadeelen, die een grooter Kragt

en

IX. LES. 3 AFDEEL.

en Werking in de Beweegkragt vereifchen, en waar op men in 't gebruik noodzaakelyk denken en rekening maaken moet.

Zwaarte van 't Touw. II Deel. 1 Stuk. bladz. 18.

Toen wy voorheen van de Putten fpraken, waar uit men het Water met twee Emmers, die beurtelings ryzen en daalen, optrekt, hebben wy reeds aangemerkt, dat het Touw, op dien tyd als het eene end van 't zelve langer is dan het ander, den Laft verzwaart, en dat deeze verzwaaring van 't Gewigt, ingeval de Put, de Myn, en alle plaats, waar uit men iets naar boven trekt, vry diep is, zeer aanmerkelyk wordt. Het zelfde moet men ook zeggen van een Laft, dien men voorttrekt. De Touwen of Kettingen, daar men zig van bedient, voegen hun eigen zwaarte by die van 't Lighaam, daar men op werkt, en vermeerderen daar door zoo veel deszelfs Gewigt.

Derzelver Berekening.

De Weerftand, die uit deeze Zwaarte der Touwen ontftaat, neemt toe naar maate van derzelver Inhoud of Hoeveelheid van Stof, die ze bevatten. Wanneer men ze derhalven als rolrond aanmerkt, moet men, de lang-

te

te van beiden gelyk gesteld, hun verschil van zwaarte berekenen uit de vierkanten hunner Middellynen. Indien men, by voorbeeld, in de plaats van een Touw van een Duim Middellyns, 't welk 30 Ponden weegt, een ander neemt van dezelfde langte en van dezelfde natuur en Stoffe, maar 't welk tweemaal zoo dik is, zal dit laatste 120 Pond weegen, dat is, viermaal zwaarder zyn dan het eerste, om dat de Middellyn eens zoo lang is (*). IX LES. 3. AFDEEL.

Niet

(*) [1. Naamelyk, het Vierkant van 1, staat tot 4, het Vierkant van 2, als 30 Pond tot 120 Ponden 1. 4 : : 30. 120 Wanneer de Touwen even dik, maar niet even lang zyn, heeft men slegts het verschil der langte te rekenen Een stuk Touw van twee Vadem, weegt, gelyk men weet, eens zoo zwaar als één Vadem van dat zelfde Touw. Maar wanneer ze in dikte en in langte beiden verschillen, moet men, om derzelver Inhoud of Zwaarte te berekenen, gelyk in alle *Cylinders* of Rollen plaats heeft, het Vierkant van yders Middellyn vermenigvuldigen met yders langte. Hun zwaarte staat dan tot malkander in de Zamengestelde reden (*ratio composita*) gelyk men 't noemt, van de Vierkanten hunner Middellynen en langtens. Laat een Vadem Touw van een Duim Middellyns, by voorbeeld, 3 Pond weegen; hoe veel zullen 10 Vadem weegen van een

IX. LES. 3. AFDEEL.

Bogt van 't Touw.

Niet alleen vermeerdert de zwaarte van de Touwen in 't gebruik der Werktuigen de kragt der Weêrſtanden; maar dikwils gebeurt het ook nog, dat de Touwen, zig min of meer krommende en doorbuigende, een Bogt maaken, en daar door de Beweegkragt volgens een Streeklyn doen werken, die merkelyk nadeeliger is, dan die, welke ze gehad zou hebben, zo het Touw volkomen regt gebleeven was. Wy hebben te vooren doen zien, dat, wanneer men een zwaar Lighaam langs een Hellend Vlak optrekt, de Beweegkragt haar uiterſte en allergrootſte Kragt oeffent, als ze evenwydig met het Vlak werkt: gelyk AB, by voorbeeld, in *Fig.* 1. Maar menigvuldige voorvallen zyn 'er, waar in het Touw, door zyn langte en zwaarte krom geworden, een Bogt aanneemt als

Verandert de Streeklyn. *PL.* 9. *Fig.* 1.

een Touw dat 2 Duim Middellyns heeft: het eerſte blyft 1: het tweede geeft voor zyn zamengeſtelde reden 4, het Vierkant van 2 Duim, vermenigvuld. met 10, of 40. De Zwaarte der Touwen ſtaat derhalven tot elkander als 1 tot 40, en bygevolg, weegt het een 3, het ander zal 120 Pond weegen. Want 1. 40:: 3. 120.]

als AEB; de Beweegkragt dus volgens een Streeklyn, die schuins op het Vlak valt, werken doet, en dezelve bygevolg daar door ook zoo veel verzwakt. IX. LES. 3. AFDEEL.

De langte alleen van het Touw kan, zonder dat 'er deszelfs zwaarte iets toe doet, min of meer verandering brengen in de Streeklyn der Beweegkragt. Want zo hetzelve, om dat de Kragt wat hooger is of verhevener staat, een Hoek maakt met den Grond, zal die Hoek grooter worden, naar maate dat het Touw korter is. Schoon geene van de twee Lynen AC en AD evenwydig loopen met den Grond of 't Vlak FG, wykt AC egter verder van 't evenwydige af dan AD. Zoo dikwils derhalven als men een Beweegkragt, door middel van een Touw of Ketting, voor een Weêrstand spant, moet men op derzelver natuurlyke Beweegstreek, en de Lyn volgens welke zy naar gewoonte uit zig zelve trekt, niet letten, maar wel op die, volgens welke het Touw of Ketting, daar ze haar kragt meê doet, aanwyst, dat ze trekken zal.

De langte geeft ook verschil van Streeklyn.

PL. 9. Fig. 1.

Maar

LES. Maar de ſtyfheid of meerder en minder buigbaarheid der Touwen in 't gebruik, dat men 'er in het beweegen der Werktuigen van maakt, is iets, dat men boven al kennen moet. Dezelve hangt inzonderheid af van 't Gewigt of van de Kragt, waar meê de Touwen geſpannen worden, van hun dikte, van de grootte of langte van de Bogt, die men ze maaken doet, en van de ſnelheid daar men ze meê buigt. De Heer AMONTONS is de eerſte, die dit gedeelte van de Beweegkunde, daar men voor zyn tyd ſlegts een verward denkbeeld van hadt, regelmaatig en op orde behandeld heeft. Hy heeft 'er 't groot belang van aangetoond, door te doen zien, dat, in de allergemeenſte gevallen zelfs, de ſtyfheid der Touwen alleen den Weêrſtand, daar men de Beweegkragt op werken laat, een ganſche derde vergrooten kan; en hy leert ons by ondervinding en Proef: 1. Dat de Weerſtand, door de ſtyfheid der Touwen veroorzaakt, toeneemt in dezelfde evenredigheid, als de Gewigten of Kragten toeneemen, die ze geſpannen houden:

den: 2. Dat die zelfde Weerstand ook daarenboven toeneemt, alle andere omstandigheden gelyk gesteld, naar evenredigheid van de middellynen der Touwen, en grooter of kleinder is, naar dat dezelve dikker zyn of dunner: 3. Dat de Touwen zig bezwaarlyker buigen laaten, naar maate dat de Rollen of Katrolschyven, waar om men ze draaien laat, kleinder zyn; schoon wel deeze laatste Weêrstand juist niet toeneemt in dezelfde evenredigheid, als de Middellynen van die Rollen of Katrolschyven afneemen en kleinder worden. IX. LES. 3. AFDEEL.

Eerste Proefneeming.

Toestel.

Aan de Zoldering van een Kamer, aan een Balk, of eenig ander vast Steunpunt, maakt men twee volkomen elkaâr gelyke Touwen A en B vast, die op een afstand van 5 of 6 Duimen van een en evenwydig aan malkander hangen; en met hun beiden een Tafeltje of Plankje C D, daar men Gewigt op zet, draagen: als in *Fig. 2.* *PL. 9. Fig. 2.*

IX. LES. 3. AFDEEL. Deeze twee Touwen zyn elk éénen slag denzelfden weg heen, regts by voorbeeld, om de Rol EE geslagen; om wier midden men den anderen kant heen of slinks een Lint of Draad gewonden heeft, waar aan een Schaal hangt, daar men allenskens meer en meer Gewigt op zet, tot dat zy de Rol doet draaien, en langs de Touwen naar beneden komen; gelyk men uit Fig. 3 ligtelyk zal kunnen begrypen. Men neemt tot het doen deezer Proeven verscheiden paaren van Touwen, alle van dezelfde Stoffe gemaakt, maar van verschillende dikte, en wier Middellynen zig gemakkelyk met elkanderen vergelyken en tegen een berekenen laaten. De Rol moet in alle Proefneemingen altyd even zwaar blyven, schoon men ze nu dikker dan dunner neemt: en op dat het Lint of de Draad, die aan *f* hangt, altyd op denzelfden afstand van het Punt *e* zou blyven hangen, maakt men de Rollen in het midden, daar de Draad 'er omgewonden wordt zoo veel dunner, zoo dat derzelver Middellyn aan de enden in alle Proefneemingen zig zelve gelyk blyft: of

PL. 9. Fig. 3.

anders kan men, als men de Rol overal even dik laat, in 't berekenen van de Kragt van 't Gewigt, dat aan het Lint of den Draad hangt, rekening maaken op den meerderen of minderen afstand tusschen *f* en *e*. IX. LES. 3. AFDEEL.

In deeze eerste Proefneeming neemt men Touwen van 3 Lynen middellyns; die van de Rol is ½ Duim, en men zet op het Tafeltje CD eerst een Gewigt van 20, en vervolgens een van 40 Ponden.

Uitwerkzels.

1. Als de Touwen door een Gewigt van 20 Ponden op het Tafeltje gespannen worden, heeft men op de Schaal in G 45 Oncen noodig om de Rol te doen draaien, en te maaken, dat hy naar beneden begint te komen.

2. Als men de Touwen spant met een Gewigt van 40 Ponden, luistert de Rol niet, dan naar een Zwaarte van 90 Oncen op de Schaal G.

IX. LES. 3. Afdeel.

Opheldering.

De styfheid der Touwen neemt toe als de Gewigten die ze spannen.

De Rol is, en door haar eigen Zwaarte en door 't Gewigt dat in *f* aan haar trekt, geneigd om naar beneden te komen. Indien 'er iets is, dat haar tegenhoudt, kan zulks niets anders zyn, dan het Touw, dat ter weerszyden met een slag om haar gewonden is; want zonder dat, en zo ze volkomen los en vry was, begrypt men ligtelyk, dat ze vallen zou. Maar dat Touw zou haar niet tegen houden, indien het volmaakt buigbaar was, en zig zonder eenige de minste Kragt en Weerstand buigen en vouwen liet: want dan zouden alle deszelfs Deelen zig van zelf, het een voor het ander na, om de Rol winden, en haar zonder tegenstand vry over zig heen laaten loopen, uit de Hoogte tot geheel naar om laag toe. De gansche Weêrstand derhalven, die in de eerste Proef voor een Kragt van 45 Oncen week, ontstaat alleen uit de styfheid en onbuigbaarheid der Touwen, gespannen door 't Gewigt C D. En dewyl deeze styfheid niet dan door een

Kragt

Kragt van 90 Oncen, gelyk in de tweede Proef, overwonnen kan worden, wanneer men het Gewigt, dat door zyn ſpanning tot die ſtyfheid aanleiding geeft, verdubbelt en in plaats van 20 Pond 40 Ponden neemt; ſtrekt zulks tot een klaar bewys, dat de ſtyfheid der Touwen, gelyk wy zeiden, in dezelfde evenredigheid toeneemt als de Gewigten of Kragten toeneemen, die ze geſpannen houden: want 45 ſtaat tot 90 als 20 tot 40. IX. Les. 3. Afdeel.

II. Proefneeming.

Toeſtel.

Men neemt tot deeze Proefneeming eerſt een paar Touwen van 2 Lynen middellyns; men ſpant ze door een Gewigt van 20 Ponden, en ſlaat ze om een Rol, die, gelyk in de voorgaande Proefneeming, een halven Duim middellyns heeft.

Vervolgens neemt men een ander paar Touwen, die eens zoo dun zyn als de voorige, van 1 Lyn middellyns derhalven; maar men geeft hun denzelfden Graad van ſpanning

[illegible] Pond [illegible] Rol [illegible]

[illegible]

[illegible] Oncen [illegible] Touwen te [illegible] men 'er [illegible]

[illegible]

[illegible] de Rol [illegible], [illegible], die [illegible] van de Rol, daar [illegible] is, als een Hefboom [illegible] heeft op den [illegible]. Hoe nu deeze Middel-[illegible], grooter is, [illegible] Gewigt, dat het Touw [illegible] en by-[illegible], hoe grooter Weêrstand het doet tegen de Werking der Zwaarte van de Rol zelve en tegen die van het Gewigt, dat 'er in [illegible] aan hangt.

hangt. Anders kan men ook de Middellyn van het Touw, te zamen met die van de Rol, als maar één Hefboom met haar beiden maakende aanmerken, wiens Beweeg- of Steunpunt in *e* is. Dan ziet men ligtelyk dat, naar maate dat *eb*, terwyl de andere Arm *ef* dezelfde blyft, langer wordt, de Kragt, die in L werkt, zoo veel meêr Weerſtand zal kunnen bieden tegen het Gewigt *g*, en dit derhalven, om dien grooter Weerſtand door de verlanging van *eb* te overwinnen, naar evenredigheid verzwaard zal moeten worden. Wanneer men derhalven de ſtyfheid, voor zoo ver ze uit de dikte der Touwen ontſtaat, op deeze wyze beſchouwt, merkt men aanſtonds de Reden, waarom men by 't verdubbelen van de Middellyn der Touwen ook het Gewigt verdubbelen moet, dat de Rol doet naar beneden komen. Dus ziet men 'er ook uit, dat deeze Zoort van Weerſtand niet toeneemt naar evenredigheid van den Inhoud, de vaſte Stof in die dikte begreepen, gelyk men anders mogelyk denken zou, maar enkel naar evenredigheid van

IX. Les. 3. Afdeel.

IX. LES. 3. AFDEEL.

de middellynen der Touwen alleen, zoo als uit onze Proefneeming duidelyk blykt.

III. Proefneeming.

Toestel.

Touwen neemende van 3 Lynen middellyns, en door een Gewigt van 60 Ponden gespannen, doet men de Proef eerst met een Rol van één Duim, en naderhand met een andere van anderhalven Duim middellyns.

Uitwerkzels.

De styfheid der Touwen wykt in de Proef met de eerste Rol voor een Gewigt van 135 Oncen, in die met de tweede voor een van 114 Oncen.

Opbelderingen.

Hoe kleinder Rol, hoe zig de Touwen

Dewyl de Touwen, en de Gewigten, die hen gespannen houden, in deeze Proefneeming dezelfde blyven, kan 'er in hun styfheid geen verandering gebragt worden, dan al-

alleen door het verſchil der middellynen van de Rollen, daar ze om geſlagen zyn. Als deeze Rol dunner is, moet het Touw zig meer krommen, en een naauwer of kleinder Bogt maaken; dewyl nu deeze kromming en Bogt in 't algemeen de oorzaak eigentlyk is, die de Rol belet te daalen, gelyk wy in de Eerſte Proefneeming hebben doen zien, moet de Weerſtand, die het daalen belet, ook ongetwyffeld grooter en kragtiger worden, naar maate dat het Touw krommer wordt, of een naauwer Bogt maakt. Men zou zig hier mogelyk verbeelden kunnen, dat, zo de Middellyn van de Rol eens zoo klein genomen werde, de ſtyfheid van een zelfde Touw, om haar heen geſlagen, eens zoo groot zou moeten zyn: maar de Proefneeming doet ons zien, dat 'er deeze evenredigheid geen plaats by heeft. Want 135 Oncen zyn, op verre na, zoo na geen tweemaal 114 Oncen; als de Rol, tot het tweede Geval van onze Proefneeming gebruikt, door de grootheid van haar Middellyn naby-

IX. LES. 3. Afdeel.

'er bezwaarlyker ombuigen.

IX. LES. 3. AFDEEL.

komt aan tweemaal de Rol van het eerste Geval (*).

Gevolgen.

Op de styfheid der Touwen in 't gebruik te letten.

Het geen wy door de drie voorgaande Proefneemingen beweezen hebben, moet tot een Regel dienen in 't gebruik der Katrollen, Windas, Spil, en dergelyke. *Alle die* zoorten van Werktuigen kunnen zonder Touwen niet gebruikt worden, of, om eigent-

(*) [De Heer DESAGULIERS, die deeze Proeven met groote oplettendheid heeft nagedaan, bevindt, dat de Weerstand, door de styfheid der Touwen veroorzaakt, inderdaad zig naauwkeurig schikt naar de middellynen der Rollen of Schyven: en dat dezelve waarlyk eens zoo groot is, wanneer de middellyn van de Schyf of Rol eens zoo klein genomen wordt: in 't kort dat de styfheid toeneemt juist naar maate dat de middellynen der Rollen kleinder zyn, en afneemt naar maate dat ze grooter zyn. De Leezer kan 'er een omstandiger berigt van vinden by den Heer DESAGULIERS in zyn *Natuurkunde*, I Deel. bladz. 252. en in de Lyst, ook by den Heer MUSSCHENBROEK bladz. 184, te vinden. De twee andere Eigenschappen van de styfheid der Touwen, door den Heer NOLLET te vooren gemeld, worden, gelyk ook uit die Lyst te zien is, door de Proefneemingen van den Heer DESAGULIERS ten vollen bekragtigd.]

gentlyk en naauwkeuriger te fpreeken, de Touwen maaken 'er een wezendlyk gedeelte van uit. Vergat men op derzelver ftyfheid insgelyks rekening te maaken, men zou ontwyffelbaar zeer merkelyke misflagen in 't opftel van zyn beftek begaan, en de misrekening zou juift inzonderheid het meeft plaats hebben in Gevallen, waarin men zig vooral niet diende te bedriegen; in groote Onderneemingen, meen ik, en in Werken waar mede veel kragts en gewelds moet gedaan worden: want in zulke Gevallen moeten de Touwen noodwendig dik en zwaar zyn, en doorgaans zeer ftyf gefpannen worden.

IX. LES. 3. AFDEEL.

Men behoort derhalven op deeze volgende zaaken, zoo veel mogelyk is, te letten. Dat men, indien 't de plaats toelaat, liever groote Katrollen of Schyven neeme, dan kleine: niet alleen om dat zy, dewyl ze zoo dikwils niet behoeven rond te draaien, minder Wryving op haar Affen maaken; maar ook, om dat de Touwen, die over haar loopen, en met haar draaien moeten, een minderen Graad van kromming ondergaan, en

Groote Schyven zyn beter dan kleine.

IX. LES. 3. AFDEEL.

en, haar bygevolg minder Weerſtand biedende, ligter volgen. Deeze aanmerking is in 't gebruik van zoo groot belang, dat, wanneer men de ſtyfheid der Touwen volgens den Regel van den Heer AMONTONS wil berekenen, om een Gewigt van 800 Ponden met een Touw van 20 Lynen middellyns over een Schyf van maar 3 Duimen op te hyſſen; men de Beweegkragt met een Vermogen als van 212 Ponden zou moeten verzwaaren, om de ſtyfheid alleen van het Touw te overwinnen: daar in tegendeel deeze zoort van Weerſtand, als men 'er een Schyf toe nam van één Voet Middellyns, alle andere omſtandigheden gelyk geſteld, wyken zou voor een Kragt van 22 Ponden (*).

Memoires de l'Academ. des Scienc. 1699. pag. 227.

Hier

(*) [Indien 'er, om de ſtyfheid van 't Touw op de Schyf van één Voet Middellyns te overwinnen, 22 Ponden vereiſcht werden, zouden 'er derhalven voor dat zelfde Touw, op een Schyf van 3 Duim, volgens den Regel van den Heer DESAGULIERS, maar 88 Ponden noodig zyn. Want de ſtyfheid neemt toe, gelyk de Middellynen afneemen; een Voet ſtaat tot 3 Duim, als 4 tot 1: even gelyk 88 ſtaat tot 22.]

Hier uit kan men ligtelyk opmaaken, dat aaneengekoppelde Katrolſchyven, tot een Takel vereenigd, nimmer het volle Uitwerkzel zullen doen, 't welk men anders billyk verwagten moeſt van haar getal, van de ſchikking en ſtand der Hefboomen, die ze verbeelden. Want in al die zoorten van zamenſtellingen maaken de Touwen noodwendig verſcheiden keeren en draaien; en ſchoon wel de Beweegkragten, die hen ſpannen, de Aſſen minder drukken en bezwaaren, naar maate dat 'er meer Schyven zyn; nogtans, dewyl 'er geen Touw is, dat zonder eenige ſtyfheid en volmaakt buigbaar is, vergroot men onvermydelyk, door 't getal der keeren en bogten te vermeerderen, ook den Weerſtand, die uit hun ſtyfheid en onbuigbaarheid ontſtaat.

IX. LES. 3. AFDEEL. Nadeel door de ſtyfheid der Touwen in de Takels,

Dit nadeel, 't welk alle Takels zonder onderſcheid eigen is, neemt nog merkelyk toe in die zoorten van Stelzels en koppelingen, waar in de Schyven de eene vlak boven de andere, als op eene ſtreek, geſchikt, noodzaakelyk hoe langer hoe kleinder moeten

inzonderheid met ongelyke Schyven.

IX. LES. 3. AFDEEL.

ten genomen worden, om het Touw ruimte te geeven, dat het, zonder te raaken en tegen elkander te wryven, vry kan voortſchieten. Want in de Derde Proefneeming hebben wy doen zien, dat een Touw zig veel bezwaarlyker buigen laat wanneer het om een Rol van een kleinder middellyn gewonden wordt; dan om één die dikker is. Zulke Takels derhalven, waar in alle de Schyven even groot zyn, en van één zelfde Middellyn, zyn in 't algemeen de beſte en boven alle andere te verkiezen in die Gevallen, wanneer deeze reden, daar we nu van ſpreeken, door geen andere inzigten van meêr belang opgewoogen en kragteloos gemaakt wordt.

Voorbeeld op den Draaibank.

Liefhebbers van den Draaibank, die gewoon zyn met den Voet en Treê te draaien, of te drillen met den Drilboog, weeten by Ondervinding hoe noodig het is, dat zy de dikte van hun Touw of Snaar ſchikken naar de dikte van 't ſtuk, dat ze draaien. Die daar niet naauwkeurig op let, zal nooit eenig fyn Werk tuſſchen twee Punten tot volkomenheid brengen met eenige fraaiheid en konſt.

konst. De Kragt, die men doen moet om de styfheid van 't Touw te overwinnen, drukt en werkt op het stuk zelf, dat men draait; 't welk die Kragt niet weerstaan en uithouden zal, ten zy het 'er sterk genoeg toe zy, en van een genoegzaam harde Stof gemaakt. En hoe bezwaarlyk een al te dik Touw zig krommen en buigen laat, kan men ook nergens duidelyker aan gewaar worden, dan aan den korten tyd, dien het goed en bruikbaar blyft; dewyl 't heel schielyk warm wordt en aan stukken slyt, als het om een zeer dunne Spil of Staaf loopt.

IX. Les. 3. Afdeel.

De Touwen, die men tot zulke Werktuigen gebruikt, welke geschikt zyn om 'er groote Kragt meê te doen, moeten sterk zyn en een langen tyd duuren kunnen, dewyl men ze niet zonder groote Kosten maaken of herstellen kan; ook dienen ze in staat te zyn om veel geweld en Kragt te kunnen uitstaan, dewyl ze anders nutteloos zouden zyn, of somtyds ongelukken en verdrietige toevallen veroorzaaken. Maar deeze twee Eigenschappen zyn zeer bezwaarlyk met een tamelyk groo-

De Touwen moeten naar 't Werk geschikt en niet te zwaar zyn.

IX. LES. 3. Afdeel.

groote Buigbaarheid overeen te brengen, dewyl de Touwen van dien aart niet wel anders dan merkelyk dik kunnen vallen, en toebereid moeten worden op een wys, die hun onvermydelyk ſtyfheid moet byzetten. De dikke Touwen, daar men zig in 't algemeen van bedient om iets op te hyſſen, maar boven al de Kabels op de Schepen, zouden veel voordeeliger en gemakkelyker in 't gebruik zyn, zo men een middel wiſt te vinden, om ze ligter en buigbaarder te maaken, zonder hun egter daar door de noodige ſterkte te beneemen, of te maaken, dat ze eerder verſleeten waren. De uitkiezing der Stoffen, daar men ze van maakt; de manier om dezelve te bereiden, en de wyze waar op men ze bewerkt en 'er Touw van ſlaat, zouden hier buiten twyffel veel toe doen kunnen: maar iets, daar men doorgaans wat al te weinig op let, en daar men egter altyd op letten moeſt, is, dat men de Touwen, zoo naauwkeurig als mogelyk is, kieze naar het Werk, dat men 'er mee meent te verrigten; dat men ze ſterk genoeg neeme, om, zonder gevaar van breeken,

zen, de Kragt 'er mee te doen, die men 'er neê doen moet, maar dat men zig voor alle overmaat in dit ſtuk wagte; dewyl die overmaatige ſterkte meeſt al gepaard gaat met noodelooze vermeerdering van Zwaarte, van ſtyfheid, en van koſten, welke men alle zeer gevoeglyk, en tot merkelyk gemak, zou kunnen beſpaaren.

IX. Les. 3. Afdeel.

Aanmerking op de Konſt van Touwſlaan.

De Konſt van het Touwſlaan is tot nog toe genoegzaam geheel overgelaaten geweeſt aan Werkbaazen, doorgaans niet zeer kundig, die alleen volgens den ouden Regel en ſleur voort werkten, en zig vergenoegden net blindelings na te doen, 't geen anderen hun hadden voorgedaan. Die Konſt is egter van groot belang genoeg om de aandagt en opmerkzaamheid der Geleerden naar zig te trekken, en met regt te verdienen: en men kan niet dan met het uiterſte genoegen zien, dat zy de gedagten bezig houdt van sommigen van die edele Vernuften, die hun tyd, in ſtee van denzelven aan verheven, en niet zelden nutteloose, Beſpiegelingen te beſteeden, aan zaaken te koſt leggen, die het

IX. LES. 3. AFDEEL.

welzyn der Zamenleeving onmiddelyker bevorderen. De Heer du Hamel de Monceau heeft onlangs, om een gedeelte der oogmerken te bereiken, tot welke de pligten van zyn Bediening hem aanleiding gaven, een Werk in 't ligt gegeeven over de Konst van 't Touwslaan, op een groot getal van Proefneemingen, die men hem *in* verscheiden van onze Zeehavens heeft zien doen, gegrond. Het bevat niet slegts een bloot verhaal of Beschryving, van 't geen men in de Lynbaanen, daar men dat Handwerk oeffent en Touw slaat, gewoon is te doen, maar ook een reeks van nieuwe en nuttige onderrigtingen, die deeze Konst tot een Trap van volmaaktheid zullen kunnen brengen, welke haar tot nog toe ontbroken hadt.

Inspecteur General de la Marine

De sterkte der Touwen.

Tot hier toe spraken we van de styfheid der Touwen, en van de wyze, waar op men den Weêrstand, die daar uit in de Werktuigen ontstaat, schatten en berekenen moet. Nu staat ons nog iets te zeggen van derzelver Kragt en sterkte; en van de veranderingen, die ze ondergaan, wanneer ze beurtelings nu droog dan nat worden. De

De Touwen, daar men zig in de Beweegkunde meest van gewoon is te bedienen, en die wy hier inzonderheid op 't oog hebben, bestaan uit Draaden of Vezels van Plantgewassen, gelyk de Hennip, [Bast van Boomen, enz.] of van Dieren, gelyk de Zyde, of zekere Darmen, die men op een wys bereidt, dat ze gesponnen kunnen worden. Indien deeze Vezels uit zig zelve lang genoeg waren, zou men zig mogelyk vergenoegen met ze by één te binden; en by wyze van Bondels of Strengen onder een gemeenen omslag aan elkaâr te vereenigen en vast te koppelen. Deeze manier van een Touw te maaken zou dan misschien de allereenvoudigste gescheenen hebben, en de bekwaamste, om hen die allernoodigste Eigenschap, de Buigbaarheid, te doen behouden; maar dewyl al die Stoffen, daar men Touw van maakt, slegts een zeer bepaalde en kleine langte hebben, heeft men een middel uitgevonden om ze langer te maaken door ze te spinnen, dat is te zeggen, door ze op zulk een wys in elkaar te draaien en te verwar-

IX. LES. 3. AFDEEL.

Hun zamenstel en wys van maakzel.

[illegible] [illegible], dat de Vezels met het eene gedeelte aan de voorgaande gevlogten en vastgeraakt, [illegible] op dezelfde wys met het ander gedeelte in de volgende verward en vastgehouden worden. De Wryving, die uit deeze Zoort van onderlinge vereeniging ontstaat, is zoo sterk, dat ze eer breeken zullen, dan de een langs den anderen in de langte [illegible] en malkaar los laaten. Op deeze wys worden de eerste Draaden gevormd, uit wier vereeniging en zamenvlegting men Touw of Koord maakt: en verscheiden van die Touwtjes in één gedraaid en aan malkaar gevlogten, maaken weder een dikker Touw uit, en dus tot de zwaarste Kabeltouwen toe.

[illegible] eengedraaid. Men begrypt ligtelyk, dat de aart en hoedanigheid der Stoffe, die men 'er toe gebruikt, merkelyk tot de sterkte van een Touw of Koord doen moet: men zal ook zonder veel zwaarigheid wel willen toestaan, dat hoe grooter het getal is van de ineengevlogten Touwtjes, alle van dezelfde dikte, waar uit een Touw bestaat, hetzelve sterker

zyn

zyn zal, en minder ligt breeken; even gelyk een grooter menigte van zamengevlogten Draaden een ſterker Touwtje geeft, dat meer Kragt kan uitſtaan. Maar welke manier van de Draaden en Touwtjes met malkaar te vereenigen en tot een onderling verband te brengen, is de beſte en voordeeligſte? Geeft het ineendraaien, waar door men gewoon is die zamengevlogten Draaden of Touwtjes aan malkander te verbinden, meer Kragt en ſterkte aan de Touwen, dan ze hebben zouden, zo ze ſlegts by wyze van Bondels en Strengen aan een hingen en vaſt gemaakt waren? Dit begrypt men zoo gemakkelyk als het voorige en in den eerſten opſlag niet; maar vereiſcht eenig nadenken. Indien men naar 't vooroordeel wilde te werk gaan, zou men, ſchynt het, ten voordeele van 't ineendraaien beſluiten moeten, dewyl die manier van Werking een naauwer vereeniging en ſterker onderling verband van alle Deelen aan elkander veroorzaakt, en de Kragt en ſterkte van 't geheel voornaamentlyk van die naauwe vereeni-

IX. LES. 3. AFDEEL.

IX. Les. 3. Afdeel.

Het Ineendraaien schynt de Touwen sterker te maaken.

niging en dat vast onderling verband schynt af te hangen.

Het ontbreekt hier zelfs ook aan geen schynbaare redenen, die verscheiden Mannen van vernuft en kundigheid eveneens over dit stuk hebben doen oordeelen, als het Gemeen *doorgaans gewoon is te doen.* Men *weet in 't* algemeen, dat de *Kragt*, de *sterkte* van een Lighaam, van deszelfs vastheid, dat is van deszelfs Inhoud of dikte afhangt. Nu maakt het ineendraaien buiten twyffel het Touw dikker dan het anders geweest zou zyn, zo deszelfs Draaden of Touwtjes alleen los naast elkanderen bleeven hangen: want het is een zekere waarheid, en daar yder zig zelven ligtelyk van overtuigen kan, dat zo men 5 of 6 losse Draaden in malkander draait, die zamengevlogten of gedraaide Koord daar door korter en teffens dikker zal worden. Die grooter dikte nu van een Touw, ten kosten van zyn langte verkreegen, moest, zou men zeggen, het Touw ongetwyffeld sterker doen worden en maaken, dat het zoo ligt niet in stukken breeken kon.

Het

Het ineendraaien, daarenboven, doet de Draaden een Streeklyn aanneemen, die schuins loopt op de langte van het Touw, dat uit hun zamengesteld is: en dewyl de Kragt, die een Touw heeft uit te staan, op het zelve werkt in de langte, zou daar uit volgen, dat de Kragt, waar door een Touw gespannen, en, zo het te zwak is, gebroken wordt, enkel maar schuins op de Draaden werkte, en die bygevolg te beter daar door in staat waren om tegenstand te doen; want een schuinze werking, gelyk wy voorheen meer maalen gezien hebben, heeft op verre na de zelfde Kragt niet, welke eene werking heeft, die loodregt geschiedt.

IX. Les. 2. Afdeel.

Maar, in weerwil van alle deeze waarschynlykheden, heeft de Ondervinding de zaak op een geheel andere wys beslist, en verklaard, dat zulk een maakzel, gelyk men doorgaans aan de Touwen gewoon is te geeven, schoon hetzelve in andere opzigten ook zyn gemakken en voordeelen heeft, derzelver sterkte veel eer verzwakt, dan vermeerdert. Dit ziet men op een ten vollen overtuigende wys

Doch de Ondervinding weêrspreekt het.

IX. LES. 3. AFDEEL.

Memoires de l'Académie des Scienc. de 1712. pag. 6.

gestaafd in een zeer fraaie verhandeling van den Heer DE REAUMUR, waar in, naar 't schynt, dit byzonder stuk voor de eerste maal beredeneerd wordt, en twaar uit ik de Proefneemingen getrokken heb, die ik nu zal voorstellen.

IV. PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 9. Fig. 4.

Men zoekt een Streng Naaigaren uit, zoo gelyk van Draaden als men vinden kan. Men verdeelt en snyt haar in verscheiden stukken of enden, wier Kragt men beproeft door'er Gewigten van bekende Zwaarte, het een na het ander aan te hangen, zoo lang tot dat ze breeken. Als men nu by herhaalde Proeven wel overtuigd is, wat yder end Draad afzonderlyk en op zig zelven, zonder te breeken, draagen kan, draait men 'er 2, 3 of 4 &c. in een, en maakt 'er een Touwtje of Koord van, daar men op dezelfde wys Gewigten van verscheiden zwaarte beurtelings aanhangt, om te zien, wat ze nu kunnen uitstaan. Zie *Fig.* 4.

Uit-

Uitwerkzels.

IX. LES. 3. AFDEEL.

De ineengedraaide en 't zaamgevlogten Draaden draagen nooit, hoe veel men 'er ook by één genomen heeft, 't zy veel of weinig, met elkander een Gewigt van de zelfde Zwaarte, als alle die Gewigtjes met malkanderen uitmaakten, die ze voorheen, elk afzonderlyk, droegen.

Ophelderingen.

Losse Draaden zyn sterker dan gedraaide.

Indien de Draad van onze Proefneeming, enkeld en op zig zelven afzonderlyk opgehangen, een sterkte heeft, die een Gewigt van 6 Ponden kan uitstaan, zullen twee zulke Draaden, als C en D, ongetwyffeld met hun beiden 12 Ponden draagen kunnen. Maar dan wordt 'er ook wel degelyk by vereischt, dat de gansche Zwaarte van die 12 Ponden gelykelyk onder hun beiden verdeeld zy, en dat yder van hun niet meer te draagen hebbe, dan de juiste helft van de geheele Som, dat is, yder 6 Ponden.

Denk-

Laaten wy, om de noodzaakelykheid van dee-

IX. LES 3. AFDEEL. beeld hoe een Touw breekt. PL. 9. Fig. 4.

deeze voorwaarde, en dat ze 'er onvermydelyk by vereischt wordt, te duidelyker te doen begrypen, ons verbeelden, dat de twee Gewigten van 6 Ponden yder, E en F, te zamen aan malkander vast en vereenigd aan twee Draaden hangen, dog op zulk een wys, dat van die *Som van* 12 Ponden de Draad D *de twee derden* of 8 *Ponden draagt*, terwyl het ander derde gedeelte, 4 Pond, aan C hangt; dan zal de eerste van die Draaden D wel haast breeken, dewyl dezelve, volgens onze onderstelling, niet meer dan 6 Ponden, en geen 8, draagen kan. Maar zoo dra deeze nu, door die overmaat van zwaarte, gebroken is, zal de andere ook breeken moeten, om dat dan aan hem alleen het gansche Gewigt blyft hangen, daar hy slegts de helft van zou hebben kunnen draagen. Dus zullen dan die twee Draaden, schoon yder van hun afzonderlyk wel een Gewigt van 6 Ponden kan uitstaan, egter met malkanderen geen 12 Ponden draagen kunnen, ten zy hetzelve onder hun beiden juist op de helft verdeeld zy, en elk even-

veel draage. Maar wanneer de twee Draaden ineengedraaid worden, kan 't niet anders zyn, of één van hun beiden raakt fterker bezwaard dan de andere, en het Gewigt is ongelyk onder hun verdeeld; 't welk oorzaak is, dat ze nooit te zamen met malkanderen de 12 Ponden, zonder breeken, ophouden kunnen, die ze afzonderlyk, elk zyn helft, zouden hebben kunnen draagen.

IX. Les. 3. Afdeel.

Een andere reden, die ook tot dit Uitwerkzel medewerkt, is dat men de Draaden, door ze dus in één te draaien, fpant; en die fpanning neemt een gedeelte weg van de Kragt, die ze konden uitftaan, door ook op haar te werken. Zy kunnen derhalven dus ineengedraaid niet meer in ftaat zyn om den zelfden tegenftand te doen, dien ze zouden mogen gedaan hebben, eer ze nog ineengedraaid waren.

Gevolgen.

Dewyl de Kabeltouwen en alle andere zoort van zwaar Touwwerk, daar men zoo op de Schepen als in Pakhuizen en elders

Alle geflaagen Touwen verliezen.

IX. LES. 3. AFDEEL. van hun Sterkte.

ders gebruik van maakt, altyd uit verſcheiden ineengeſlagen Touwtjes en deeze wederom uit een zeker getal van met elkaar vereenigde Draaden, gelyk die daar we in onze laatſte Proefneeming van ſpraken, gemaakt en zamengewerkt zyn; ziet men ligtelyk, dat men 'er nooit van te wagten heeft, dat zy de volle Kragt en Weerſtand zullen doen, dien ze zouden kunnen gedaan hebben, zo zy door 't ineendraaien niets van hun Kragt en ſterkte verlooren hadden. Deeze aanmerking is van zoo veel te grooter belang, om dat dikwils van den Weêrſtand, dien een Touw in ſtaat is te doen, het Leeven van een groot getal van Menſchen afhangt.

En zoo veel meer, naar maate dat ze ſterker gedraaid worden.

Maar zo het ineendraaien der Draaden in 't algemeen, gelyk we gezien hebben, de Touwen zwakker maakt, dan volgt daar uit, dat men ze hoe langer hoe zwakker maakt, naar maate dat men ze ſterker draait. Het is derhalven een voorzorg van merkelyk Gewigt, en daar men inzonderheid in de Lynbaanen, in welke de Touwen ten dienſt der Scheepvaart gewerkt worden, op behoorde te letten,

dat

dat men ze niet ſterker draaie, dan 'er noodzaakelyk vereiſcht wordt, om de Deelen door een genoegzaame Wryving op elkander te vereenigen en tot een vaſt onderling verband te brengen. Het waar te wenſchen, dat men de Werklieden in dit ſtuk een zekeren vaſten regel kon voorſchryven, en dat men op hun Leerzaamheid, en op hun oplettendheid, om 'er zig in 't bewerken naar te gedraagen, mogt ſtaat maaken.

IX. Les. 3. Afdeel.

Het trekken met verſcheiden Touwen teffens.

Als men op één zelfden tyd verſcheiden Touwen teffens tot eenig zwaar Werk gebruikt, en 'er groote Kragt meê doen wil, mislukt de Onderneeming dikwils. De reden is, dat men alle de Touwen niet gelyk en met de zelfde Kragt trekken laat. Daar door breekt het een voor, het ander na, om die oorzaaken, daar we zoo aanſtonds te vooren in de Opheldering van onze Proefneeming van ſpraken, en zy raaken dus allenskens eerlang alle in ſtukken, niet zonder gevaar der Werklieden. Het valt altyd zoo gemakkelyk niet, alle de Touwen, die met elkanderen te zamen eenige groote Kragt moe-

IX. LES. 3. AFDEEL.

moeten doen, gelyk en eenpaarig te doen trekken, als het wel noodig is. Dit is een van die gevallen, welke vry dikwils in de Beweegkunde voorkomen, waar in de goede Uitslag byna ruim zoo veel van de kundigheid en 't goed overleg van den Onderneemer afhangt, als van de Kragten, die hy te Werk ſtelt.

Veranderingen der Touwen door Vogt en Droogte.

Ik ga nu over tot de veranderingen, die in de Touwen kunnen veroorzaakt worden, door Vogtigheid en Droogte. Zy hangen inzonderheid af van de Stoffe waaruit dezelven beſtaan, en van de wyze, waar op ze gemaakt zyn. Ik zal hier alleen van de veranderingen ſpreeken, die de merkwaardigſte zyn, en van zulke, die, in 't gebruik der Werktuigen, van eenig merkelyk belang kunnen gerekend worden.

Alle Touwen, die uit verſcheiden *Vezels*, Draaden, of Lynen, die men in een draait, zamengeſteld zyn, zwellen en worden dikker, als het Water 'er in doordringt; en in tegendeel neemen ze, naarmaate dat ze drooger worden, een weinig in dikte af.

Wan-

Wanneer ze door de Vogtigheid dikker worden krimpen ze op, en verliezen dus een gedeelte van hun langte, en teffens draaien ze zig een weinig los. Deeze twee toevallen weet men al van over lang dat de Touwen eigen zyn, en ik heb ze dikwils zigtbaar bewaarheid door middel van de volgende Proefneeming. IX. Les. 3. Afdeel.

V. Proefneeming.

Toestel.

Ik maak aan den Zolder, aan een Balk, of eenig ander vast Punt, eenige Touwen van Hennip, Snaaren van Darmen gemaakt, en dergelyke vast, aan wier enden ik de Gewigten H en K, hang, gelyk in *Figuur* 5 te zien is. Deeze zyn slegts zoo zwaar als noodig is om de Touwen tamelyk gespannen te houden, en hangen met hun spits, want zy zyn tapswyze gevormd, vlak boven en zoo digt als mogelyk is by de Lyn IL van het Plankje. Aan yder der Touwen, even boven de Gewigten, plaats ik een zoort van klein PL. 9. Fig. 5.

IX. LES. 3. Afdeel.

klein Wyzertje, van Kaarteblad gemaakt, als *g* en *h*, die Loodregt op de Touwen ſteeken. Vervolgens maak ik met een Spons, of op eenige andere wys, de Touwen van boven tot onder nat.

Uitwerkzels.

Men merkt: 1. dat de Touwen op *krimpen* en korter worden, dewyl de Gewigten, die hen geſpannen houden, een weinig hooger van het Plankje I L af, opwaarts beginnen te ryzen: 2. Ziet men uit de beweeging van het Wyzertje, 't welk allenskens draait van de regte naar de ſlinkerhand, dat ze zig een weinig los draaien.

Ophelderingen.

Een Touw krimpt op, en ontdraait zig door; Vogt.

Het Water dringt in een Touw door, op dezelfde wys als het in alle andere Lighaamen, die hun tuſſchenwydtens en openingen hebben, doordringt: het verwydert deszelfs Deelen van elkander, en daarom zwelt een nat Touw en wordt eenigzins dikker. De

Tou-

Touwen beſtaan uit Vezels, die door 't ſpinnen en ineendraaien elkander op ontelbaare wyzen kruiſſen, en zig niet van één verwyderen kunnen, zonder een zoort van buik te maaken, en zonder dat de enden der Vezels daar door nader by elkaar getrokken worden; dit is oorzaak, dat het ganſche Touw opkrimpt en korter wordt. De Waterdeeltjes, die de kleine tuſſchenwydtens tuſſchen de Vezels openen en uitzetten, maaken de holligheden en ruimtens, die 'er tusſchen de Touwtjes zelve zyn, ook grooter en wyder; en deeze verwydering en uiteenzetting der Touwtjes, uit wier ineendraajing het ganſche Touw gevormd is, maakt dat hetzelve zig een weinig ontwringt en los draait.

IX. LES. 3. AFDEEL.

In weerwil van 't Gewigt, dat 'er aanhangt.

Het is by dit geval inzonderheid merkwaardig, dat deeze Uitwerkzels beſtendig altyd plaats hebben, niet tegenſtaande 'er Gewigten hangen aan de Touwen, waar door dezelve geſpannen gehouden worden; en die Gewigten mogen zelfs al vry zwaar zyn. Het is een voorbeeld onder anderen,

IX. LES. 3. AFDEEL. daar men zig van bedienen kan, om te toonen, dat zeer geringe en zwakke Beweegkragten, maar in groot getal met elkanderen teffens werkende, in ſtaat zyn om groote Uitwerkzels voort te brengen. Een Proefneeming, die ook uit zig zelve dubbeld opmerking verdient, zal ons doen zien, op welk eene wys eene Vloeiſtof, die in een Touw doordringt, hetzelve, door het te doen zwellen en uit te zetten, korter maaken kan, ſchoon eene al vry aanmerkelyke Kragt 'er tegen aanwerkt en zulks tragt te beletten.

VI. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

PL. 9. Fig. 6. A, B, C, in *Fig.* 6, zyn Blaazen, die door middel van kleine Pypjes, waarop men ze wederzyds met haar onder en boveneind vaſt gebonden heeft, gemeenſchap met elkander hebben. D is een Gewigt van 30 Ponden, 't welk op den Voet van 't Werktuig ſtaat, terwyl de Blaazen ledig zyn.

Uit-

IX. LES. 3. Afdeel.

Uitwerkzels.

Als men met het Pypje, in E te zien, Lugt blaast in de Blaazen, beginnen ze zig uit te zetten en te zwellen; en het Gewigt D ryst op tot eenige Duimen boven den Grond of den Voet van 't Werktuig.

Ophelderingen.

De Kragt der Lugt doet de Blaazen opkrimpen.

De Lugt, die in de Blaazen doordringt, als men blaast, zet dezelve uit. Maar de Wanden AA, BB, CC, kunnen zig van elkander niet verwyderen, zonder dat het boven en beneden end van yder Blaas nader by een getrokken wordt, en dat bygevolg het gansche gestel, korter wordende, daar door het Gewigt dwingt om hoog te ryzen.

En een groot Gewigt opligten.

Om zig nu een duidelyk denkbeeld te vormen, hoe men enkel met een weinig te blaazen een Gewigt van zoo aanmerkelyk een zwaarte kan optillen, moet men aanmerken, dat de gansche Kragt van de Lugt, die men

IX. LES. 3. AFDEEL.

'er in blaaſt, zig eenpaarig verſpreidt over de geheele Oppervlakte van de Blaazen, en overal op dezelve werkt met een gelyke Kragt. De mond van het Pypje E *e* maakt ſlegts een zeer klein gedeelte van die ganſche Oppervlakte uit. Laat het 'er, by voorbeeld, eens een $\frac{1}{1000}$ gedeelte van uitmaaken; dan zal de Weerſtand, die 'er op den mond van het Pypje ſtaat, en dien men overwinnen moet om 'er de Lugt in te kunnen blaazen, niet meer dan ſlegts het $\frac{1}{1000}$ gedeelte zyn van 't Gewigt van 30 Ponden.

De Zyden *b* A *b*, *c* A *c*, van eene der Blaazen, verbeelden vry natuurlyk de Vezels, waar uit de Touwen zyn zamengeſteld. Gelyk de Lugt hier de eene uitzet, op dezelfde wys doet de Vogtigheid de andere opzwellen, en ſtelt hen daar door in ſtaat, om groote Kragt te kunnen doen.

Gevolgen.

Het Krimpen van Linnen

Het geen de Touwen, die men nat maakt, gebeurt, heeft ook op de zelfde wys plaats in

in gesponnen Draaden, die men als zoo veele Koordjes of Touwtjes kan aanmerken, 't zy men ze enkeld gebruike, 't zy men 'er een Weefzel van maake. Nieuwgereed Linnen krimpt daarom merkelyk, als het voor de eerste maal gewasschen en gebleekt wordt; en in 't algemeen ziet men dat allerhande geweeven Stoffen, wanneer ze nat worden, min of meer opkrimpen. Stoffen, die uit tweederley zoort van Draaden, een verschillenden kant heen leggende, zamengesteld zyn, krimpen niet eenpaarig, maar trekken scheef, en doen het Werk, dat men 'er van gemaakt heeft, een ongeschikte vorm en onregelmaatig beloop krygen. Gebreide Kousfen en Handschoenen laaten zig, als ze vogtig zyn, bezwaarlyk uit of aantrekken. Dit ontstaat ook alleen uit de inkrimping door de Waterdeeltjes, die de Draaden deeden zwellen, veroorzaakt. Want anders zou de tusschenkomst van een Vloeistof in tegendeel veel eer dienen, om ze te gemakkelyker over het Vel te doen stryken en henen glyden.

IX. LES. 3. AFDEEL.

en Wollen Stoffen, Laken, Kousfen, Handschoenen.

Het middel om, door het Natmaaken der

Voorval

IX. LES. 3. AFDEEL. met het opregten van een *Obelisk* te *Rome*.

Touwen, dezelve te doen opkrimpen en korter worden, zou in zommige gevallen van grooten dienst kunnen zyn. Men zegt, (en 't is een overlevering die vry algemeenen ingang vindt) dat, toen men te *Romen* onder het Pausschap van *Sixtus* den Vyfden een zwaare *Obelisk* oprigtte, en de onderneemer zig eenigermaate belemmerd vondt, om dat de Touwen een weinig gerekt waren, 'er iemand uit den hoop riep, *maak de Touwen nat*, en dat men daarop van dat middel de Proef neemende, de zaak naar wensch gelukte. Om dit voorval te bewaarheden heb ik de Nieuwsgierigheid gehad om eenige Werken door te loopen, waar in men zeer omstandig alles van stuk tot stuk verhaald vindt, wat *Dominicus Fontana*, uit last van den Paus, van 't jaar 1586 af tot aan 't end van 't jaar 1588 heeft uitgevoerd, om vier aloude Pieramieden, die onder de Puinhoopen bedorven waren geweest, weer op te regten: naamelyk die van 't Vatikaan, welke voor de Kerk van St. *Pieter* geplaatst wierdt; een tweede, die tot sieraad van de Graftombe

van

van Keizer *Augustus* gediend hadt, nu voor de Kerk van St. *Rockus* gesteld; en nog twee andere, die oudtyds beide tot de groote Renbaan behoord hadden, en thans een voor St. *Jan de Laterano*, de ander op het Plein van de Poort *del Popolo* staan. Doch in alle myne navorschingen heb ik niet een enkel woord van 't nat maaken der Touwen gevonden: ik kan egter niet denken, dat men zulk een zonderling Voorval stilzwygend zou voorbygegaan hebben, in Beschryvingen inzonderheid, die in alle opzigten zoo omstandig en breedvoerig zyn. Het komt my derhalven waarschynlykst voor, dat men 't niet hooger dan voor eene Vertelling heeft te boek te zetten; maar aan de mogelykheid der zaak zelve twyffelt niemand, en men kan dezelve uit de Proefneemingen, daar we zoo aanstonds te vooren van spraken, zeer gemakkelyk afleiden. IX. LES. 3. AFDEEL.

Ik zal hier, eer ik van myn tegenwoordig Onderwerp affcheide, nog aanmerken, dat de natgemaakte Touwen niet in staat zyn om door hunne opkrimping en korting zwaare 't Krimpen en rekken der Snaaren.

IX. LES. 3. AFDEEL.

Weerstanden en Gewigten te verzetten en op te ligten, dan voor zoo ver ze bestaan uit Stoffen, die van dien aart zyn, dat ze weinig verlenging en rekking uit zig zelve veelen kunnen; gelyk de Vezels zyn van de Hennip en de Zyde. Maar indien men Snaaren, van Darmen gemaakt, nat maakte, zou men ze, schoon ze om de voorheen gemelde redenen natuurlyker wys neigen zouden tot opkrimpen, egter ongetwyffeld doen rekken en langer worden, als men 'er tamelyk sterk aantrok; om dat de Vezels, waar uit ze bestaan, zig naar alle kanten heen laaten uitrekken, en wel zoo veel te gemakkelyker wanneer ze nat zyn, dewyl dan de Vogtigheid, die 'er in doordringt, nog hun natuurlyke slapheid en taaiheid vermeerdert.

De Vogtmeeter.

Dewyl de Vogtigheid en Droogte zulke zigtbaare Uitwerkzels hebben op de Touwen, heeft men zig daar van getragt te bedienen, om 'er de gesteltenis van den Dampkring in dat Opzigt uit te leeren kennen. Deeze Werktuigen, die men doorgaans *Vogtmeeters* noemt, en op zoo veel verscheiden wyzen,

Hygromêtres.

en

en onder verſchillende gedaantens vormt, beſtaan voornaamentlyk uit een Touw of Snaar van Hennip of Darmen gemaakt, die door uitrekken en opkrimpen; of ook wel, door zig vaſter en loſſer ineen te draaien en te ontdraaien, te kennen geeft, dat de Lugt in minder of meerder maate Vogtig en met Dampen vervuld is. De allereenvoudigſte van deeze Zoort van Werktuigen is een Touw van 10 of 12 Voeten lang, dat men Waterpas, doch ſlapjes ſpant, in een plaats, daar het bedekt is voor den Regen, maar egter voor de vrye Lugt rondsom bloot ſtaat. Op 't midden van het Touw maakt men een ſtuk Koperdraad vaſt, aan wiens benedenend men een Gewigtje hangt, dat voor Wyzer, dient, en op een daar toe vervaardigd Maatplankje, in Duimen en Lynen verdeeld, de Graaden van de Vogtigheid der Lugt, al klimmende, en door zyn daalen die der Droogte aanwyſt, gelyk in *Figuur* 7 zulk een Werktuig ſtaat afgebeeld.

IX. Les. 3. Afdeel.

Door 't rekken en krimpen van een Touw.

Pl. 9. Fig. 7.

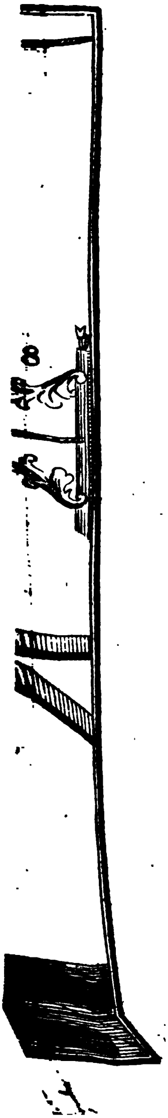
Veeltyds maakt men ook een Vogtmeeter van een ſtuk Snaar, van Darmen gemaakt, die

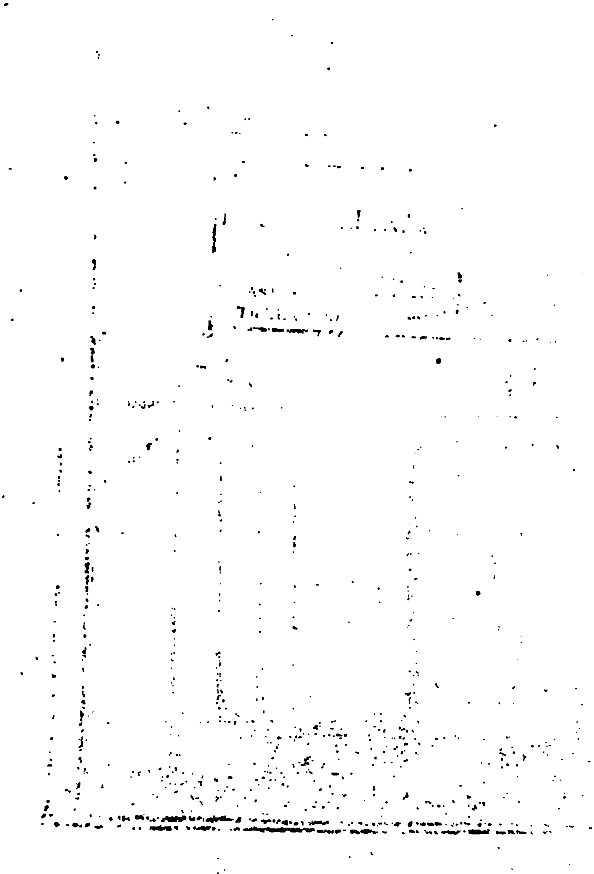
Vogtmeeters door 't zig vas-

IX. LES. 3. AFDEEL.

dat 'er min of meer Wind of ſtilte is; en zeer dikwils gebeurt het, dat de Dampkring reeds een groot gedeelte van zyn Vogtigheid verlooren heeft, eer het Touw 'er eenig teken van kan geeven: 2. Alles wat men van een Vogtmeeter, uit Touw of Snaar beſtaande, verwagten kan, is dat hy ons zegt, of 'er minder of meerder Vogtigheid en Dampen in de Lugt zyn, dan den voorgaanden dag: en dit kan men aan zoo veel andere tekens weeten, dat het zeer onnoodig is, een Werktuig te maaken, 't welk ons, behalven dat, niets meer leeren kan. Van grooter belang zou het zyn, dat men weeten kon hoe veel, en in welke maate de Vogtigheid der Lugt van tyd tot tyd af of toenam, en dat men die Werktuigen op zulk een wys wiſt toe te ſtellen, dat men ze met malkanderen kon vergelyken. Zonder deezen dienſt en wezendlyke voordeelen, die men van de Touw en Snaar-Vogtmeeters waarſchynlyk nimmer te wagten heeft, verdienen ze naauwelyks dat men ze onder de Werktuigen telle, die ons de geſteltenis van den Dampkring en deszelfs Verſchynzels leeren kennen.

B Y-





'OEGZEL.

Kragten van Zamenge-
e Werktuigen.

n dienſt der mingeoeffenden
:ening der Kragten van de
gen doorgaans in de Aante-
:n voorbeeld getragt heb op
ik 'er nu nog met dat zelfde
voorbeelden byvoegen van
lke men de Kragten der Za-
rktuigen berekent.

'Verktuigen, weet men, zyn, den, twee, drie, en meer zelfde of verſchillende zoort, d. De Hefboom, by voor- gedaante van Handſpaak of telbaare Werktuigen: de Ka- f meer zamengeſtelde Takel de Windas, de Spil, de llend Vlak. Dus heeft men *'e Unſter* of Romeinſche ar men Geſchut, Scheeps- dere dergelyke Laſten meê : om met de gemeene Weeg- ſchaal

Zamenge-
ſtelde
Werktui-
gen.

I. BYVOEGZEL.

ſchaal gewoogen te worden : het beknopt en vernuftig Werktuig de *Dommekragt*, tot het ligten van de zwaarſte Laſten dagelyks in gebruik; *den Spaanſchen Takel*: *de Helling*, daar men Schuiten en Schepen met Takel en Spil by op, en op het drooge windt: verſcheiden ſtelzels van Bokken, Kraanen, uit verſcheiden met elkander vereenigde enkelde Werktuigen zamengeſteld. Derzelver Verklaaring en Afteekeningen zyn by de Schryvers over de Natuur- en Beweegkunde overal te vinden. Ik zal op de *Wryving* wederom, gelyk voorheen, in dit Byvoegzel geen agt geeven, maar de volle Kragt der Werktuigen berekenen.

Regel van Berekening.

De Algemeene en Eenvoudigſte Regel is, dat men de Kragt van yder enkeld Werktuig, zoo veel 'er zyn, afzonderlyk bereekene; en dezelve dan met malkandere vermenigvuldige; de uitkomſt wyſt de Kragt aan van 't ganſche Zamengeſtelde Werktuig. Men kan, om 'er zig op de gevoeglykſte en duidelykſte wys een begrip van te maaken, de Rekening beginnen met dat enkeld Werktuig,

tuig, daar de Beweegkragt onmiddelyk aan werkt, en dus van ſtuk tot ſtuk voortgaan tot het laatſte, 't welk werkt op den Weerſtand zelven. Een Voorbeeld zal myn zeggen nader ophelderen. I. BYVOEGZEL.

Voorbeeld. Spil met een Takel.

Het is zeer gemeen, dat men aan een Takel, daar men iets meê ophyſt of voort trekt, een Windas of Spil voegt. De Beweegkragt werkt aan den Hefboom of Spaak van de Windas of de Spil; het Touw van den Takel is om de Spil geſlaagen, en wordt 'er om opgewonden; de Weerſtand, het Gewigt, dat men ophyſſen of voortſleepen wil, is vaſt aan deszelfs ander einde. Laat de Spil twee Voet Middellyns hebben, en de Hefboom of Handſpaak, uit het Middelpunt der Spil gerekend, vier Voeten lang zyn; dan zal de Beweegkragt tot den Weerſtand ſtaan als 4 tot 1. Een Man, die met een Kragt van 30 Pond werkt, zal derhalven met deeze Spil een Kragt doen als van 120 Pond. Het Touw, dat om de Spil loopt, wordt bygevolg met een Kragt als van 120 Pond aangetrokken. Het is derhalven eeven eens, als

I. BYVOEGZEL.

als of 'er een Beweegkragt, 120 ℔ ſterk, aan het Touw zelf van den Takel werkte. Of het de omdraaiende Spil zy, of een Menſch, die met die Kragt werkt, of iets anders, komt op een uit. Het Touw althans van den Takel wordt getrokken met een Kragt van 120. Stel 'er twee Beweegbaare Schyven in, dan ſtaat in dit enkeld Werktuig, gelyk men weet, de Beweegkragt tot den Weerſtand, als het dubbeld getal dier Schyven, dat is, 4 tot 1. Maar aan dit Werktuig werkt een Beweegkragt van 120 ℔: en viermaal 120 is 480: bygevolg B. W:: 1. 4 maal 120 of 480. Dus zal dan een Man met 30 Pond Kragt, door middel van zulk een zamengeſteld Werktuig, een Kragt doen van 480 ℔; en zal de Kragt bygevolg van 't geheel zyn, als alle de Kragten van elk byzonder Werktuig, met malkanderen vermenigvuldigd.

De Bok. Ander voorbeeld.

Laat ons nog een ander voorbeeld neemen. Op den Boeg van een zwaare Schuit, die men doorgaans een *Bok* noemt, en tot het Uitwinden van Paalen, en 't ligten van ande-

dere zwaare Gewigten, Ankers, by voorbeeld, gebruikt, legt men een waterpas Spil of Windas, waar over het Touw of de Ketting loopt, die aan den Paal of het Anker vast is. In de Windas steekt een lange en stevige Handspaak, aan wier top het Touw vast is van een Takel met twee, drie, of meer beweegbaare Schyven, die aan den Bodem of Zoldering van de Schuit, als aan een vast Punt, gehaakt, de Handspaak naar om laag trekt. Het ander end van het Takeltouw slaat men om een regtstandig staande Spil, of een zoogenaamd Braadspit, 't welk, naar gewoonte, met Handspaaken gedraaid wordt. Dit zamengesteld Werktuig bestaat derhalven uit drie enkelde, een Windas, aan den Weêrstand vast, met haar Hefboom, een Takel, en een Spil, daar de Beweegkragt aan werkt. Laat men eens weêr, als voorheen, met de Spil 120 ℔ Kragt kunnen doen; deeze Kragt aan een Takel met drie Beweegbaare Schyven, by voorbeeld, werkende, doet een Kragt van 720 Ponden: met die Kragt derhalven wordt

I. BYVOEGZEL.

I. BYVOEGZEL.

de Handspaak der Windas neergetrokken (*). Laat nu dezelve 8 Voeten lang zyn en de halve Middellyn der Windas, 1 Voet: dan zal een Kragt van 720, aan zulk een Windas draaiende, 5760 zyn; dat is, 120 maal 6 maal 8, of de Kragten van yder byzonder enkeld Werktuig met malkandere vermenigvuldigd.

De Kragt van 't gansche Werktuig is als de met elkaâr vermenigvuldigde Kragten van elk Deel.

De gansche Kragt derhalven, die men met een zamengesteld Werktuig doen kan, is gelyk aan de met elkaar vermenigvuldigde Kragten van yder enkeld Werktuig, en heeft men derhalven, om de Kragt van eenig zamengesteld Werktuig te vinden, slegts de Kragt van yder enkeld Werktuig op zig zelf te berekenen, en die alle met elkaar onderling

(*) Men weet, dat de Kragt, die met, of op deeze Handspaak geschiedt, niet altyd dezelfde blyft, maar naar derzelver verschillenden stand grooter of kleinder wordt. Als de Takel Loodregt op dien Hefboom werkt, heeft hy zyn volle of grootste Kragt; by alle schuinze trekking is ze minder. Dit verschil komt in 't gebruik en een naauwkeurige Uitrekening der Kragten buiten twyffel in aanmerking: dog in deeze algemeene Berekening behoefde daar niet op gelet te worden.

ling te vermenigvuldigen: waar na men de uitkomst verder vermenigvuldigt met de waardy of sterkte van de Beweegkragt, die aan het eerste enkeld Werktuig werkt. Want het komt op één uit, of men, gelyk wy tot beter begrip gedaan hebben, van de Kragt van 30 Ponden van den Man af beginne, en daar het eerste Werktuig meê vermenigvuldige, of dat men eerst de Kragten van alle de Werktuigen op zig zelve berekene en dan dezelve met de Beweegkragten vermenigvuldige, die 'er aan gebruikt worden. Want dus geeft in het eerste voorbeeld de Kragt der Spil, 4, met die van den Takel, ook 4, vermenigvuldigd, 16: die weder door de Beweegkragt 30 vermenigvuldigd, 480 maaken. In het tweede voorbeeld heeft men de Kragt der Spil 4, die van den Takel, 6, die van de Windas met haar Hefboom 8; te zamen 192: daar de Beweegkragt van 30 ℔ meê werkende 5760 geeft. Deeze laatste wys van rekenen is ongetwyfeld de gevoeglykste, dewyl, de Werktuigen doorgaans dezelve blyvende, men de Beweeg-

I. BYVOEGZEL.

I BYVOEGZEL.

weegkragten naar vereifch van zaaken vermeerdert of vermindert, en men met de minfte moeite zien kan, hoe veel Man men tot het doen van zeker Uitwerkzel zal noodig hebben, en wat een zeker bepaald getal van Beweegkragten zal kunnen doen. Dus zullen 4 Man met dien Bok een Gewigt van 23c40 ℔ ligten. Want de gansche Kragt van 't Werktuig 192, vermenigvuld met 4 maal 30, of 120, maakt dat getal uit. Om derhalven te weeten, welke Kragt een zeker getal Arbeiders met een zeker zamengefteld Werktuig zullen kunnen doen, moet men de Kragt van 't Werktuig met die der Arbeiders vermenigvuldigen; en om te weeten, hoe veel men tot het opligten van zeker Gewigt met zeker zamengefteld Werktuig zal noodig hebben, de zwaarte van dat Gewigt door de Kragt van dat Werktuig verdeelen: want 23040 door 192 gedeeld, geeft 120, en derhalven, volgens de veronderftelling, 4 Man.

De gewoone algemee-

Men ziet hier dus ook wederom den Ouden en gewoonen Regel van Evenwigt: de

Be-

Beweegkragt ſtaat tot den Weerſtand, als de Weg of de Snelheid van den Weerſtand tot den Weg of Snelheid der Beweegkragt; of, gelyk wy 't voorheen uitdrukten, B. W :: w. b. Want zo men de Wegen, door den Weêrſtand en door de Beweegkragt in de twee ſtraksgemelde zamengeſtelde Werktuigen, op denzelfden tyd afgeloopen, nagaat, zal men bevinden, dat die Wegen tot elkanderen ſtaan als 1 tot 16: en 1 tot 192: dat is, dat in 't eerſte Werktuig, terwyl de Weerſtand of Laſt 1 Voet, by voorbeeld, ryſt of voortgeſleept wordt, de Beweegkragt 16 Voeten moet loopen: en in het tweede, 192 Voeten. Dewyl 'er in den Takel, volgens onderſtelling, 2 Beweegbaare Schyven zyn, trekt men, terwyl de Laſt 1 Voet nadert, 4 Voeten Touw naar zig; eer die 4 Voeten Touw op de Spil gewonden zyn, moet dezelve (als men haar Middellyn 2 Voet en den Omtrek derhalven op ruim 6 Voeten ſtelt) (*) twee derde rondgedraaid zyn: de Be-

I. BYVOEGZEL. ne Regel van Evenwigt heeft hier ook plaats.

(*) Als men naauwkeurig ſpreeken wil, bedraagt de

Beweegkragt of Arbeider heeft derhalven ook middelerwyl aan 't end van zyn Handspaak twee derde van zyn Kring geloopen. Die Kring, dewyl de Handspaak of halve Middellyn 4, de geheele Middellyn bygevolg 8 Voeten lang is, bedraagt in zyn Omtrek 24 Voeten; wier twee derde 16 Voeten zyn; welke de *Arbeider voortloopt*, terwyl de Last maar 1 Voet nader komt.

De zelfde evenredigheid ontdekt men ook ligtelyk in het tweede Werktuig. Terwyl de Windas één Voet draait, maakt de Top van de Handspaak, die 8 maal langer van Middellyn is, een Kring of Cirkelboog van 8 Voeten: voor één Voet, dien men den Weer-

de Omtrek zekerlyk geen 6 Voeten, wanneer de Middellyn 2 Voet is, maar wel $6\frac{2}{7}$ Voeten of daar omtient. De Leezer weet, denk ik, *de evenredigheid* van de Middellyn van een *Cirkel* tot den Omtrek wel. In het I Deels 2 Stukje op bladzyde 360 is 'er in de Aantekening van gesproken: alwaar egter in de laatste Regels, door *Schryf* of *Drukfeil*, aan de halve Middellyn wordt toegeschreeven, 't welk de geheele toekomt. De *Middellyn* van een Cirkel, weet men, staat tot den Omtrek nagenoeg als 7 tot 22; of (zo men 't nader begeert) als 100 tot 314.

Weerstand, de Handspaak naamelyk, met een Takel van drie Beweegbaare Schyven naderen doet, krygt men 6 Voet Touw; voor 8 derhalven 48 Voeten: om 48 Voeten Touw op een Spil van 2 Voet Middellyns, dat is 6 Voeten Omtreks, te winden, moet dezelve 8 maal ronddraaien: de Beweegkragt loopt derhalven 8 maal rond aan 't end van de Handspaak: die Handspaak, de halve Middellyn des Cirkels, is 4, de geheele derhalven 8 Voeten; en de Omtrek van den Kring, dien de Beweegkragt yder keer maakt, 24 Voeten. Deezen Kring loopt dezelve 8 maal, dat is, 192 Voeten, terwyl de Windas maar éénen Voet omdraait en de Paal of 't Anker, dat 'er aan vast is, maar één Voet geligt wordt. I. BYVOEGZEL.

De Regel van Berekening nader opgehelderd.

In de voorgaande voorbeelden heb ik, om de eenvoudigheid der Rekening, de evenredigheid der Kragten in elk enkeld Werktuig zoo genomen, dat ze waren als 4 tot 1: 6 tot 1. Dewyl het Getal 1, hoe dikwils met zig zelven vermenigvuldigd, altyd 1 blyft, en een ander Getal niet deelt, hadt

 men

I. BYVOEGZEL.

men alleen maar te zien op de Getallen van 4, van 6, van 8, en dezelve in 't berekenen van de Kragt van 't ganſche zamengeſteld Werktuig met elkander te vermenigvuldigen. Maar dikwils gebeurt het dat de Kragt van een enkeld Werktuig is, by voorbeeld, als 7 tot 2, 5 tot 3, dat is dat de Beweegkragt in dat enkeld Werktuig ſtaat tot deszelfs Weerſtand, als 7 tot 2, 5 tot 3. In zulk een geval moet men die Weerſtanden, van elk byzonder enkeld Werktuig, ook met elkander vermenigvuldigen, en door dezelve de vermenigvuldigde Kragten deelen: de uitkomſt geeft de waare Kragt van 't zamengeſteld Werktuig: laat 'erdus, by voorbeeld, een zyn, 't welk uit twee enkelde Werktuigen beſtaat, wier Kragten zyn, als 7 tot 2 en als 5 tot 3. De Kragt van 't ganſche Werktuig zal zyn als 35 gedeeld door 6 dat is, als $5\frac{5}{6}$. Indien men de Handſpaak der Spil van ons eerſte Werktuig op $3\frac{1}{2}$ Voet nam; zou de Kragt, welke men met die Spil doen kon, zyn als 7 tot 2: en de Kragt van 't ganſche Zamengeſteld

Werk-

Werktuig derhalven als 28 gedeeld door 2, dat is, als 14. Zo men in het tweede Werktuig de Kragt der Spil ook als 7 tot 2, die van de Windas als 20 tot 3 neemt, terwyl de Takel blyft als 6 tot 1; krygt men voor de Som der met elkander vermenigvuldigde Beweegkragten 7 maal 20 maal 6 = 840; voor die der Weerſtanden 2 maal 3 = 6: en voor de Kragt van 't ganſche Werktuig 840 gedeeld door 6, dat is 140. De Beweegkragt derhalven van een zamengeſteld Werktuig, in geval van Evenwigt, ſtaat tot den Weerſtand, als de met elkaar vermenigvuldigde Weerſtanden van yder enkeld Werktuig, daar het uit beſtaat, tot de met elkaar vermenigvuldigde Beweegkragten dier enkelde Werktuigen: dat is, B. W:: w. b. indien men door w de Som der Weerſtanden, en door b die der Beweegkragten verſtaat. Hier uit zyn de byzondere Regels, om B of W, de Kragt die men tot zeker Uitwerkzel noodig heeft; of de uitwerking die men met zekere Kragt doen zal, en de verwiſſelingen en ontelbaar verſchei- I. BYVOEGZEL.

I. BE-VOEG-ZEL. den evenredigheden van w en b of enkelde Werktuigen, wier zamenstel met tyd, plaats, en aart van 't Werk best overeenkomt, ligtelyk verder af te leiden.

De Kraan. By de Kraan voegt men doorgaans ten minsten één Beweegbaare Katrol. Het end

PL. 6. Fig. 51. van het Touw, in *Figuur* 51 aan den Last gebonden, wordt aan den vooruitstaanden Neus van de Kraan vastgemaakt, en hangt met een Bogt Lynregt neerwaarts, waar in onder aan de beweegbaare Katrol hangt, aan wier Haak of Ketting men den Last slaat. Het vermogen der Beweegkragt wordt 'er derhalven door verdubbeld.

Ik zal my verder met geen andere Zamengestelde Werktuigen ophouden. Zonder *Figuuren* valt het te bezwaarlyk, zig dezelve wel te verbeelden. De Leezer kan dezelve overal elders vinden, en op de zoo aanstonds gemelde wys, zo hy wil, derzelver Kragten berekenen.

II. BYVOEGZEL.

Het Zwaarte-punt in de Lighaamen.

DEwyl uit de Eigenſchappen en Uitwerkzels van het Zwaartepunt verſcheiden Gemeenzaame en dagelyks voorkomende Verſchynzels opgeloſt kunnen worden, en de Heer NOLLET 'er ſlegts in 't voorbygaan van ſpreekt, zullen eenige Aanmerkingen over 't zelve den Leezer mogelyk niet onaangenaam zyn. Ik zal ze ſlegts kortelyk aanroeren, zonder Betooging en Proef, dewyl de meeſte van die Aanmerkingen, en de *Figuuren* tot derzelver beter begrip zomtyds noodig, by den Heer DESAGULIERS en andere Schryvers over de Natuurkunde doorgaans breeder te vinden zyn.

Denkbeeld van 't Zwaartepunt. Door Middelpunt van Zwaarte of *Zwaartepunt* van een Lighaam verſtaat men dat Punt in een Lighaam, rondsom het welke alle Deelen van hetzelve met malkander Evenwigt maaken; en waar in men derhalven de ganſche Zwaarte van het Lighaam als begreepen en vereenigd zig verbeelden kan. De Heer NOLLET geeft 'er een omſtan-

II. [illegible]

Het daalt zoo laag als het kan.

ſtandiger beſchryving of Denkbeeld van in dit Stukje, Bladzyde 18 en volgende.

De neiging van het Zwaartepunt is, gelyk van alle andere zwaare Lighaamen, volgens de Loodlyn nederwaarts. Het tragt derhalven altyd zoo laag te daalen, als het kan; even als andere Lighaamen zoo lang daalen en vallen, tot dat zy een Weerſtand ontmoeten, die hen ophoudt. Het volgt dezelfde Wetten van Beweeging en Streeklynen. Als men uit het Beweegpunt door het Zwaartepunt een Cirkelboogje trekt, ziet men de Lyn, die het in 't daalen beſchryven zal, wanneer het Lighaam op een Beweegpunt ſteunt, hangt, of draait: dat gedeelte, naamelyk, van 't Boogje, 't welk, zoo dra 't het Zwaartepunt geſneeden heeft, begint te daalen. Het Zwaartepunt ryſt, uit zig zelven, nooit.

Houdt, onderſteunt het ganſche Lighaam.

Zoo lang het Zwaartepunt derhalven in de Loodlyn opgehouden, dat is, belet wordt te daalen, 't zy men 't ergens aanhange of van onderen onderſteune, kan het Lighaam, welks ganſche Zwaarte in dat Punt werkt, niet

niet vallen. Alle deelen van het Lighaam oeffenen in dat Punt hun Kragt om volgens hun neiging zig te beweegen; die Kragt wordt door 't ophouden, als door een onverwinbaare Hinderpaal, tegengeſtaan en vernietigd: het Lighaam blyft derhalven met alle deszelfs deelen, door hun zamenhang aan één verbonden, in ruſt. II. BYVOEGZEL.

In welken ſtand men daarenboven ook zulk een Lighaam plaatze, zoo lang deszelfs Zwaartepunt in zyn Loodlyn onderſteund wordt, zal het niet alleen niet vallen, maar zelfs ook niet van ſtand veranderen. Dat Zwaartepunt is altyd het juiſte punt van Evenwigt van 't ganſche Lighaam: en dewyl dus alle gedeeltens van 't zelve rondsom dat punt, weêrzyds tegen elkander over, even zwaar zyn, kan het een het ander niet overweegen, doen ryzen of daalen, maar moet, alles in ruſt, Evenwigt, en denzelfden ſtand blyven. Dus zou een Weegſchaal, indien ze aan haar Zwaartepunt hing, by Evenwigt, altyd in den ſtand, daar men haar in plaatſt, regt of ſchuins blyven ſtaan; En in den ſtand, zoo als men 't plaatſt.

II. BYVOEGZEL.

en dus tot Weegen niet zeer bekwaam zyn; men neemt daarom het Beweegpunt een weinig boven het Zwaartepunt; gelyk de Leezer by den Heer NOLLET zelven omſtandiger zien kan, bladz. 116.

Eigenſchap van 't bewoogen Zwaartepunt.

Als het Zwaartepunt van een Lighaam in Beweeging gebragt wordt, volgt het, gelyk alle andere zwaare Lighaamen, de Streeklyn der Beweeging, 't zy de Deelen rondsom hetzelve in ruſt zyn of niet. Een opgeworpen Kloot of Bal volgt zyn Brandſnede of kromme Lyn, ſchoon hy middelerwyl om zyn As draait: een Blokje, Balkje, Plank, vallen Loodregt neer, ſchoon ze al wentelende vallen.

Plaats van 't Zwaartepunt in Lynen en Figuuren.

Het Zwaartepunt van een *Lyn*, is haar Middelſte Punt: van een *Vierkant*, een regt of ſchuinshoekig *Raam*, het middelſte punt van een der Hoeklynen (*diagonale*): van een *Driehoek*, op het derde Deel van een Lyn, uit het midden van één der Zyden tot den tegenoverſtaanden Hoek getrokken: van een *Cirkel*, een Regelmaatige *Veelhoek*, een *Langrond*, het Middelpunt: van een *Taarling*

(*Cu-*

(*Cube*) het middelfte punt eener Dwarslyn, die van den eenen tot den dwarsoverftaanden hoek loopt: van een *Rol* en *Kantzuil* (*Cylindre*, *Prisme*) het Middenpunt van derzelver Affen: van een *Puntzuil* en *Kegel* (*Piramide Cone*) op een derde van hun Affen, van den Voet afgerekend, indien ze Hol zyn; maar op een vierde der As, zo ze uit een vafte Stof beftaan; van een *Kloot* of Bol (*Globe*) deszelfs Middelpunt. De Berekening van de Plaatzen der Zwaartepunten in andere Regelmaatige Figuuren en Lighaamen en onder die van den *Geknotten Kegel*, en de daar uit volgende Verfchynzels en gebruik van den Ledigen en Vollen Water-Emmer van die Vorm, kan de Leezer by andere Schryvers en den Heer DESAGULIERS I Deel der Natuurkunde bladz. 65, vinden. II. BYVOEGZEL.

Hier uit zal men de plaats van 't Zwaartepunt in regelmaatige Vafte Lighaamen, zig zelven overal gelykvormig, en eenpaarig van Stof en Inhoud; ligtelyk kunnen afleiden: 't is niets anders, dan het eigentlyke en juifte Middelpunt van dergelyk een Lighaam. In Vafte Regelmaatige Lighaamen.

Als

II. BYVOEGZEL. Als men zig op 't Middelpunt van een Ronde Houten Schyf van 1 of 2 Duim dik, by voorbeeld, een Lyn verbeeldt, die dwars door de Schyf heen, van de eene Oppervlakte tot aan de andere loopt, die Lyn noemt men de *As der Zwaarte*, of Zwaarte-As, om dat het Zwaartepunt van de Schyf op die Lyn gevonden wordt. Het middelste punt van die Zwaarte-As, (dat ook tesfens het middelste punt is van het ganfche Lighaam) is het Zwaartepunt der Schyf: dus ook, in een rond Bord of Schootel, een ronde Metaalen Plaat, een ronde oflangwerpig ronde Tafel, en alle regelmaatige zes, agt, en andere Veelkantige platte Lighaamen. In een Driehoekig ftuk valt deeze Zwaarte-As op een derde van den afftand tusfchen het midden van den Voet en den Top; en het Zwaartepunt op 't midden dier As, of de halve dikte van 't ftuk. In alles wat de gedaante van een plat Vierkant, of van een Raam heeft, een Plaat, by voorbeeld, een Plank, Venfter, Deur, en ontelbaare andere, loopt de Zwaarte-As, op wier helft het punt

punt is, van het midden der Hoeklyn op de eene Oppervlakte, tot dat der Hoeklyn op de andere. Een Taarlings Lighaam, een Vierkant Blok of Dobbelsteen, heeft zyn Zwaartepunt op 't midden van de Lyn, die dwars door 't Lighaam van den eenen Hoek naar den anderen loopt. Een Rol, dat is een Buis, een Emmer, onder en boven even wyd, een Stok; een Kantzuil, een Balk; een langwerpig Blok, een Staaf, en wat meer van dergelyk een regelmaatige gedaante is, heeft zyn Zwaartepunt op 't midden van de As, die Lyn, die door het Middelpunt van al de Cirkels, Vierkanten of Veelhoeken, daar 't Lighaam uit bestaat, van boven tot beneden doorgaat. In een Puntzuil of Kegelvormig Lighaam op één derde van de As boven den Voet, zo het hol, op een vierde, zo het geheel van een vaste Stof is: in een dubbelden Kegel, geknot of niet, vol of ledig, als een Ton, een Vat, of iets dergelyks, het Middelpunt van den grootsten Cirkel.

II. BYVOEGZEL.

Het Zwaartepunt van twee aan een gekoppel-

Gemeen

II. BYVOEGZEL.

Zwaartepunt van twee Lighaamen.

pelde Lighaamen, een Bout of Kneppel-Kogel, by voorbeeld, zo ze beide even zwaar zyn, is het juiste midden van den Bout, of afstand, die hen vereenigt: zo 't een grooter en zwaarder is dan 't ander, het punt van beider Evenwigt. De Afstanden der Lighaamen van dat Punt moeten derhalven, gelyk die van het Draagpunt in de Hefboomen, zyn in de omgekeerde reden van de Zwaartens der Lighaamen: of, gelyk wy 't noemden, B. W:: w. b. Maar dewyl hier beide de afstanden, dat is w en b, onbekend zyn, volgt men, om dezelve te vinden, deezen algemeenen Regel: *de Zwaarte of Inhoud der beide Lighaamen 't zamen genomen, staat tot den Inhoud van 't een, als de gebeele afstand tot den afstand van 't ander.* Of B maal W. B:: b maal w. w. Laat B eens 4, W 6 Pond weegen, en de gansche afstand tusschen de Middelpunten dier Lighaamen 5 Duim bedraagen; dan moet de afstand van W van 't gemeen Zwaartepunt, dat is w, 2 Duim zyn. Want 10. 4:: 5. 2. De eenvoudigste en gemakkelykste wys van bereke-

nen dan in dit ſtuk is, dat men de Zwaartens der twee Lighaamen by elkanderen voegt, en den ganſchen afſtand in zoo veel Deelen deelt, als die Som bedraagt: die Deelen omgekeerd of overhands genomen wyzen de plaats aan van 't Zwaartepunt: B en W bedraagen t'zamen 10 Pond, ik deel derhalven den ganſchen afſtand in 10 Deelen: 4 van die Deelen, hier halve Duimen, geeven my den afſtand van W van 't gemeen Zwaartepunt, en 6 dien van B. II. BYVOEGZEL.

Met het zoeken van 't gemeen Zwaartepunt van drie en meer Lighaamen is 't even eens gelegen. Wanneer men 't Zwaartepunt op de ſtraksgemelde wys tuſſchen twee Lighaamen gevonden heeft, zoekt men op de zelfde wys het Zwaartepunt tuſſchen dat gevonden Punt, en het nog overig Lighaam. Laat dit derde Lighaam 5 Pond weegen, en de afſtand tuſſchen het voorheen gevonden Zwaartepunt, en dit Lighaam 9 Duimen zyn: 10 maal 5 (want in dat gemeen Zwaartepunt der twee eerſte Lighaamen rekent men nu beider ganſche zwaarte vereenigd) of 15: Van drie en meer Lighaamen.

II. BYVOEGZEL.

10:: 9. 6. of wil men den afstand ook in 15 Deelen verdeelen 15. 10:: 15. 10. Dat is op 6 Duim, of $\frac{10}{15}$ dat is $\frac{2}{3}$ Deelen afstand van dit laatste Lighaam, heeft men het gemeen Zwaartepunt van alle drie de Lighaamen. Als 'er nog meer aan een gekoppelde Lighaamen zyn, gaat men weder op dezelve wyze voort.

Verplaatzing van Zwaartepunt.

Men kan het Zwaartepunt derhalven van een Lighaam of meer zamengevoegde Lighaamen, door 'er iets af te neemen of by te doen, veranderen en naar welgevallen plaatzen. Een Houten Kloot, een Rol, een Stok of Schyf, ten deele met Lood gevuld of beslaagen, hebben hun Zwaartepunt *niet* meer, als voorheen, in 't Middelpunt van hun Lighaam.

Zwaartepunt in onregelmaatige Lighaamen.

In deeze en dergelyke onregelmaatige Lighaamen, niet overal eenpaarig van *Stof* en Zwaarte zynde, of ongeschikt van Vorm, vindt men het Zwaartepunt door andere middelen. Men hangt het Lighaam, een ongelyke *Schyf*, by voorbeeld, een ongeschikt stuk Houts &c. aan een vast Punt daar 't op draaien kan, en

en tekent 'er de Lyn op af, die een Pasloot, aan dat zelve Punt of Nagel hangende, 'er op beschryft. Men hangt het daarna weder in een anderen ſtand, en het Punt, daar het Pasloot nu de voorgaande Lyn ſnydt, is op deeze Oppervlakte het uitend van de Zwaarte-As; wier ander uitend, en dus de geheele Zwaarte-As, men op dezelfde wys op de andere Oppervlakte vindt. Men legt het ook, een Plank, een Stok, een Balk, op een Schraagje, dat een ſcherpen kant heeft, in Evenwigt, in verſchillende ſtanden, langte, breedte, dikte. Het Snypunt der Lynen, vlak boven den ſcherpen kant op 't Lighaam in die verſchillende ſtanden getrokken, is het Zwaartepunt. Van zulk een Plank, reeds tot Evenwigt gebragt, bedient men zig ook om 't Zwaartepunt te vinden van buigzaame, loſſe en anderzins onhandelbaare Lighaamen. Men legt ze, naamelyk, op die Plank, en brengt ze, in verſcheiden ſtanden, op dezelve tot Evenwigt. Het Punt, vlak boven 't bekende Punt van zwaarte of Evenwigt der Plank, is dan hun Zwaartepunt. II. BYVOEGZEL.

II. BYVOEGZEL.

Dus vindt men, onder anderen, gevoeglyk het Zwaartepunt van Beelden, Dieren, Menschen en Geraamten.

De Deelen rondsom het zelve zyn, afzonderlyk, niet even zwaar.

Eindelyk weet men, dat gelyk het Zwaartepunt veeltyds het middelpunt niet is van de grootte van 't Lighaam, zoo ook de Deelen, die rondsom dat Zwaartepunt tegen elkander over en in Evenwigt staan, afzonderlyk en op zig zelve genomen veelal niet even zwaar zyn. Brengt men by voorbeeld een gemeene Tabakspyp op den Vinger tot Evenwigt, het Punt vlak boven den Vinger, 't welk merkelyk nader aan den Kop dan aan 't ander end vallen zal, is het Zwaartepunt van de geheele Pyp. Maar breekt men ze op dat Punt door, en weegt men de twee Deelen tegen elkander; men zal het deel met den Kop merkelyk zwaarder bevinden dan het ander. Het gaat 'er meê, als met den Hefboom, gelyk een kleine Beweegkragt of ligt Gewigt aan den langen arm een groot Gewigt aan den korten opweegt, zoo maakt hier ook een minder hoeveelheid van Stof aan het langste end Evenwigt met

een

een meerder maate van Stof aan het kortste. De Vinger, die het Zwaartepunt draagt, draagt egter de geheele zwaarte van de Pyp, niet meer nog min; even gelyk het Steunpunt van zulk een Hefboom met ongelyke Armen de nette Som draagt van beide de Gewigten, zie bladzyde 80 en volgende. Met een Stok, een Plank, en allerhande Lighaamen van ongelyke dikte of Inhoud, is 't eveneens gelegen. Ik gaa nu over tot zommige Uitwerkzels en Verschynzels, die uit deeze algemeene Beginzels voortvloeien en opgehelderd kunnen worden.

II. BYVOEGZEL.

Het vast en los staan der Lighaamen.

Het eene Lighaam, schoon op een vlakken Grond, staat veel vaster dan het ander. Zommige zyn naauwelyks of geheel niet tot staan te brengen; andere vallen op de minste dreuning, stoot of beweeging. Een Blok, op een Vlakken Grond, staat onbeweeglyk. Het Zwaartepunt, dat hier het juiste Middenpunt van 't Lighaam is, valt, volgens zyn Loodlyn, ver binnen den Voet. Het wordt derhalven ondersteund, en kan niet daalen. Indien het Blok vallen zou, gelyk wanneer

II. BYVOEGZEL.

men 't omwentelt, zou het Zwaartepunt, eer het daalen kon, eerst ryzen moeten, tegen zyn neiging. Als men het Blok opligt, tot dat het op zyn kant staat, ryst ook het Middelpunt om hoog, en beschryft een Cirkelboogje, dat opwaarts loopt, tot dat het punt Loodregt boven den kant staat; wanneer het, tot zyn grootste hoogte gekomen, weer zou beginnen te daalen, en het Blok, bygevolg, zo men 't los liet, vallen. Zulke Lighaamen derhalven staan vast, wier Zwaartepunt binnen den Voet valt, en daar door, in zyn Loodlyn volkomen ondersteund, niet laager daalen kan: en zy staan zoo veel vaster, naar maate dat de Loodlyn van 't Zwaartepunt meer binnenwaarts valt en verder van den Omtrek van den Voet af: want hoe verder het van den kant, waarom het, in 't vallen, als om zyn Beweegpunt den boog beschryft, af staat, hoe hooger het zou moeten ryzen, eer het daalen kon, en daar door 't Lighaam doen vallen. Hoe breeder voet derhalven in 't algemeen, hoe een Lighaam vaster staat, en met Voeten van gelyke breedte,

te, hoe nader het Zwaartepunt by den Voet, dat is, by den Grond is. Yder weet, dat een Blokje van een Voet in 't Vierkant vaster ſtaat, dan een Balk van dezelfde dikte en vier, zes of meer Voeten hoog. Beider Voetſteun is wel dezelfde, maar in den Balk behoeft het Zwaartepunt niet eerſt zoo hoog te ryzen, eer het daalen en vallen kan. Het verſchil der evenredigheden in yder Lighaam, tuſſchen de langte van de Loodlyn van 't Zwaartepunt, en van die der halve Middellyn van 't boogje, dat het in 't vallen beſchryven zou (dat is, de Lyn van 't Beweegpunt tot aan het Zwaartepunt) maakt in yder Lighaam het verſchil uit van het vaſter of loſſer ſtaan. En dewyl 'er grooter Kragt vereiſcht wordt, om een zwaar Lighaam, ſchoon even groot, tot een zekere hoogte op te heffen dan een ligt, zal het Zwaartepunt, als waar in de ganſche Zwaarte van het Lighaam huisveſt, ook in dat Lighaam bezwaarlyker ryzen willen, en 't zelve bygevolg zoo veel te vaſter ſtaan. Een Marmeren, Steenen of Metaalen Zuil, Voetſteun,

II. BYVOEGZEL.

II. BYVOEGZEL.

Stander, ſtaat vaſter dan een Houten: een ledig Vat of Water-Emmer wordt ligter omgeſtooten dan een vol. Hoe ligter Lighaam derhalven hoe 't, in vergelyking van anderen, loſſer ſtaat: maar in Lighaamen van dezelfde Zoort en Stof kan men in 't algemeen zeggen, dat een Lighaam zoo veel loſſer ſtaat, naar maate dat het Zwaartepunt minder behoeft te ryzen, eer het beginnen kan te daalen; of, gelyk men 't doorgaans uitdrukt, naar maate dat het Zwaartepunt ligter buiten den Voet valt van 't Lighaam.

Gemeenzaame voorbeelden van regtſtaande Lighaamen op vlakken Grond.

Alle Zoorten van Werktuigen en Huisraad, die op een zoogenoemden *Voet* of Pooten ſtaan; Tafels, Stoelen, Banken, Gueridons, Theekomfooren, en alles wat den naam van Knaap, Schraag of Voet draagt, ſtaan ſteviger naar maate dat de Voet, daar ze op ruſten, breeder van Omtrek is. Zy vallen, zoo dra de Loodlyn van het Zwaartepunt buiten dien Omtrek valt.

Een ronde Kloot blyft op een vlakke Waterpas Tafel ſtil leggen, zoo lang de Loodlyn uit zyn Zwaartepunt vlak op het Punt

valt, daar hy de Tafel raakt: maar dewyl dat Raakpunt zeer weinig breedte heeft, valt ze, op de minste beweeging, 'er buiten, vindt geen Steunzel, daalt derhalven, en doet bygevolg den Kloot voortrollen. II. BYVOEGZEL.

Men weet het Sprookje van *Columbus*. Een Ei op zyn kant te zetten, en deszelfs Zwaartepunt dus op een enkel stip te doen rusten, is byna onmogelyk. Door 't Kneuzen en platten van de Schaal maakt men den Voet grooter.

De Jongens ziet men dikwils een Pyp, een langen Stok regt om hoog op hun Duim, op de toppen van de Vingers, op Neus of Voorhoofd draagen. Hun behendigheid bestaat daar in, dat ze den Stok zoo Loodregt weeten te zetten en te houden, dat de Loodlyn van zyn Zwaartepunt binnen den Omtrek blyft van dat end, daar hy op staat.

Een te ver uitgestoken Balk of Plank, een Boek, een Vles, een Theeblaadje niet ver genoeg op Tafel gezet, valt neêr, om dat het Zwaartepunt overhangt, en buiten den steun of Tafel vallende, daalen kan.

Met

ten den bodem valt, *wentelt* om de zelfde reden: maar zo de Loodlyn binnen den Voet valt, dan 't meê op 't Hellend Vlak ligt, *sleept* of *glydt* het naar beneden. Want schoon het Zwaartepunt dus wel eenigermaate ondersteund wordt, het heeft egter geen volkomen Steunzel, dewyl het niet volgens zyn *Loodlyn*, en slegts door een min of meer schuins werkende Kragt, naar boven, volgens eene Lyn, die Loodregt op het Vlak staat, wordt opgehouden. Hoe steilder Vlak, met hoe schuinzer Kragt het Zwaartepunt wordt opgehouden en hoe minder Steunzel het vindt. Het volgt derhalven een Beweegstreek uit die beide Kragten zamengesteld, en daalt, zoo als het alleen daalen kan, evenwydig met het Vlak; met meerder of minder Snelheid naar maate van deszelfs steilte. Alle Lighaamen daalen egter niet, maar veele blyven leggen, inzonderheid op Vlakken, die weinig steilte hebben. De Wryving houdt hen tegen, en belet de Werking van het Zwaartepunt; gelyk men weet, dat hoe gladder een Lighaam en Vlak is, hoe het eerder en ligter afglydt.

Een

schoon de Muuren hellen, zoo lang alle Deelen aan malkaar verbonden blyven en één Lighaam maakten, wiens gemeen Zwaartepunt binnen de Grondvesten valt. II. BYVOEGZEL.

Als men op een Hellend Lighaam, dat egter vast staat, nog een ander zet, vallen ze veeltyds beide: om dat het Zwaartepunt daar door van plaats verandert, en in de twee vereenigde Lighaamen het zelfde niet meer is, als het was in 't eerste. Indien dit nieuwe Zwaartepunt buiten den Bodem valt, moeten ze beide deszelfs neiging volgen, en, als één Lighaam uitmaakende, met hetzelve vallen.

Van Lighaamen op Hellende Vlakken.

In Lighaamen op Hellende Vlakken geplaatst levert dit Zwaartepunt ook verscheiden merkwaardige en gemeenzaame Verschynzels uit. Een Kloot en alles wat rond is *rolt*, om dat het Zwaartepunt, 't welk volgens de Loodlyn werkt, ver buiten het Raakpunt vallende, niet onderſteund wordt, bygevolg daalt, en zoo laag daalt als het komen kan. Een kantig Lighaam, indien de Loodlyn van deszelfs Zwaartepunt ook buiten

II. BY-VOLG-ZEL. ook een Rytuig ligter om dan laage.

Rytuigen, die met wyd Spoor ryden, vallen op verre na zoo ligt niet om, als die op naauw Spoor ſtaan. Het Vlak, daar ze op ſtaan, is breeder, en 't Zwaartepunt kan 'er derhalven zoo ligt niet buiten vallen.

Van 't Verſchynzel van den dubbelden Kegel, die door 't daalen van zyn Zwaartepunt by een Hellend Vlak oploopt, *is* voorheen geſproken. De Leezer kan het zelve nevens dat van den Houten Rol, waar in een andere van Lood, buiten de **As**, *is* ingevoegd, breeder zien by den Heer DESAGULIERS.

Van bewoogen Lighaamen. Wanneer het Zwaartepunt van een Lighaam bewoogen wordt, volgt het dezelfde Wetten, als alle zwaare Lighaamen, en loopt zyn Streeklyn, in welken ſtand de Deelen rondsom hetzelve zig ook bevinden, en 't zy ze in Beweeging zyn of niet. Een Geſchooten Pyl vliegt regt uit met de Punt voorwaarts, om dat men aan deszelfs Zwaartepunt een Streeklyn gegeeven heeft, die dezelfde is, en eene regte Lyn maakt met het

be-

beloop van 't Lighaam van den Pyl. Een Stok vliegt dwars, in allerhanden ſtand, naar dat men hem werpt; of draait zig, onder 't voortvliegen, met meerder of minder Snelheid, als men deszelfs enden, met den Werp, Cirkelswyze bewoogen heeft; maar hy vliegt egter regt uit regt aan naar het Wit, volgens de Beweegſtreek, die men gaf aan zyn Zwaartepunt. Dus loopt een Billardbal de regte Lyn, volgens welke zyn Zwaartepunt geſtooten wierdt, terwyl hy al loopende om zyn As draait; dus valt een rond of kantig Lighaam in de Loodlyn, ſchoon het wentelt onder 't vallen; gelyk reeds voorheen is aangemerkt. II. BYVOEGZEL.

Het bewoogen Zwaartepunt daalt ook altyd, gelyk alle zwaare Lighaamen, zoo laag als het kan, eer het tot ruſt komt. Even gelyk een ronde Schyf, Plankje, Plaatje of wat Lighaam 't zy, wanneer men 't buiten zyn Zwaartepunt en deszelfs Loodlyn, dat is, vlak boven of onder 't zelve, losjes tusſchen twee Vingeren houdt, zoo dat het draaien kan, zoo lang tusſchen de Vingers

II. BYVOEGZEL.

omdraait, tot dat het Zwaartepunt zoo laag gedaald is, als het komen kan.

Kinderen speelen zomtyds met Mannetjes, Soldaatjes en Ruitertjes, die op Halfrondjes staan. Hoe men ze op Tafel werpt, zy herstellen zig en komen op hun Voeten neêr. Een Plaatje Lood onder in die Halfrondjes is het Zwaartepunt, dat niet tot rust komen en stilstaan kan, eer het zoo laag als mogelyk gedaald is, dat is, de Tafel raakt. Dus maakt men valsche Dobbelsteenen door zommige van derzelver Oogen met Lood te vullen.

Scheeps-Kompassen blyven in weerwil van de Beweegingen en 't slingeren van 't Schip altyd Waterpas. Zy hangen in verscheiden Cirkels of Beugels, wier Beweegpunten zoo geschikt zyn, dat, volgens welke Streeklynen het Kompas ook bewoogen en geslingerd worde, deszelfs Zwaartepunt, de Looden Bodem, altyd in het laagste Punt blyft, of 'er aanstonds weder in daalt. De Leezer kan 'er eenigermaate een netter Denkbeeld van krygen uit het Stelzel van een

Rol-

Rollende Lamp, die ook altyd Waterpas blyft, en gerold en geslingerd kan worden zonder Olie te storten: by den Heer DESAGULIERS in het Eerste Deel zyner Natuurkunde bladz. 81. II. BYVOEGZEL.

Zamengestelde Werktuigen en groote gevaartens, een Kraan met den zwaaren Last, die 'er aanhangt, de Kap van een Windmolen, een ganschen Molen zelf, draait men met een zeer geringe Kragt in vergelyking van de zwaarte van 't geheele Lighaam, om dat men deszelfs Zwaartepunt maar een zeer kleine en geringe Beweeging doet maaken. Het Zwaartepunt van de Kraan, rondsom 't welke het gansche Lighaam als in Evenwigt hangt, rust op de As van den Standert, of een weinig meer agterwaarts, om dat de Kraan door den Last, die opgehyst wordt, een weinig voorwaarts over verzet wordt: gelyk het Zwaartepunt van de Kap of den ganschen Molen op de As van de Spil rust, daar ze op draaien, of wel een weinig voor dezelve, om dat de Kragt van den Wind, die op den Molen en Zeilen Van Zamengestelde Lighaamen.

II. BYVOEGZEL.

drukt, dezelve eenigermaate agterwaarts dringt, en dus de Loodlyn van 't Zwaartepunt in dien ſtand vlak op de As der Spil vallen kon. Op dit Zwaartepunt ſteunt het ganſche Lighaam en volgt deszelfs Beweeging.

Door byzondere plaatzing van het Zwaartepunt en deszelfs onderſteuning op verſchillende wyzen in zamengeſtelde Lighaamen, weet men ook verſcheiden Konſtjes of Handgreepen te verrigten. Een Tafelvork op de Punt van een Naald tot Evenwigt te brengen, ſchynt genoegzaam onmogelyk. Maar indien men 'er aan yder end een andere aanvoegt, zoo dat ze een zoort van Galgje onder haar drieën maaken, brengt men ze niet alleen ligtelyk tot Evenwigt, maar kan ze ook, zo men voor 't afſchampen der Naald genoegzaame zorg draagt, op verſcheiden wyzen beweegen en ſlingeren, zonder dat ze vallen. Het Zwaartepunt, dat in de eerſte Vork boven het Beweegpunt, de Punt van de Naald was, en bezwaarlyk Loodregt boven zoo fyn een ſtip te brengen

en

en te houden was, wordt nu beneden hetzelve gebragt, en kan even als een Weegschaal in Evenwigt, die ook haar Zwaartepunt beneden het Beweegpunt heeft, slingeren, tot dat het weer tot zyn laagsten stand gedaald is: maar nooit vallen, zoo lang het ondersteund wordt, en op een vast Punt rust. II. BYVOEGZEL.

Een Balkje of Plankje, zoo ver over den kant van een Tafel heengelegd, dat deszelfs Zwaartepunt 'er buiten komt, en 't zelve bygevolg vallen zou, blyft leggen als men 'er, zelfs buiten den rand van de Tafel, een Els of Mes schuins op steekt; of ook wel op de zelfde wys, een onder en een boven. Het Zwaartepunt van 't Balkje, dat buiten de Tafel viel, wordt 'er zoo ver agterwaarts door gebragt, dat het nu binnen den rand van de Tafel valt, en dus steunzel heeft.

Aan dergelyk een Balkje of Stokje, dat uit zig zelf, als men 't los liet, vallen zou, kan men zelfs een ganschen Emmer met Water hangen, zonder dat het Balkje of Emmer van de Tafel valt. De bekende zoogenoemde

II. BYVOEGZEL. Zaagmannetjes hebben ook hun Zwaartepunt beneden 't Beweegpunt, en kunnen daarom draaien, slingeren, even als de Weegschaal, en herstellen zig en keeren, door het daalen van hun Zwaartepunt, dat niet rust eer 't zoo laag gedaald is als het kan, even als de Weegschaal, tot hun Evenwigt weder. De *Leezer* kan van deeze en dergelyke Werktuigen en Handgreepen een breeder verklaaring en Afbeeldzels vinden by den Heer DESAGULIERS, I Deel der Natuurkunde bladz. 85 en volgende.

Plaats van 't Zwaartepunt in Menschen. Het Zwaartepunt in een Mensch, jong of oud, kort of lang, vet of mager (zeer Zwaarlyvigen uitgezonderd) dood of leevend, in Geraamten zelfs, is in 't zoogenaamde *Bekken*, midden tusschen de Heupen. Daar door is dat Punt op zulk een wys geplaatst, dat het, in alle gewoone Lighaamsbeweegingen, de minste beweeging heeft, dat is, het minst uit zyn plaats wykt, minder dan de andere Leden, Armen, Beenen, Hoofd, Schouders, en daar door ook bygevolg het minst gevaar loopt om met zyn

Lood-

Loodlyn buiten zyn Voetſteun te vallen.

II. BY-VOEGZEL. In Beelden.

In een hol Beeld, van Menſchelyke gedaante, is het Zwaartepunt elders; dewyl de Holligheden in een Beeld niet even eens geplaatst noch geaard zyn, als die in 't Lighaam van een Menſch. In een vol of *Masſief* Beeld valt het Zwaartepunt hooger dan in een Menſch: dewyl het Bovenlyf van een Menſch met zyn Ingewanden van zoo vaſt en zwaar een Stof niet is, als de Inhoud van 't Bovenlyf van een vaſt en vol Beeld. In de houding van een Standbeeld moet derhalven op die verſchillende plaats van 't Zwaartepunt gelet worden, op dat deszelfs Loodlyn binnen den Voetſteun blyve vallen; en van den zwakſten kant meeſt verzekerd worde.

Steunvlak van dat Zwaartepunt.

Als men van den grooten Teen van den eenen Voet een regte Lyn trekt naar dien van den anderen, en een tweede Lyn van Hiel tot Hiel, zullen die twee Lynen met de buitenzyden van beide de Voeten een zoort van ongeſchikten of onregelmaatigen Vierhoek (*Trapéze*) uitmaaken. Deeze Vier-

II. BYVOEGZEL.

hoek neemt naar de verscheiden beweegingen der Voeten, Staan, Gaan, Loopen, &c. ontelbaare verschillende gedaantens, en dikwils zelfs die van een Driehoek aan. Zoo lang de Loodlyn van het Zwaartepunt binnen den Omtrek van dit vlak valt, staat een Mensch; maar, zoo dra zy 'er buiten valt, valt hy.

Staan, Gaan, Loopen.

Als men regt opstaat valt de Loodlyn van 't Zwaartepunt in 't midden van dat Steunvlak, 't zy Vierhoek, 't zy Driehoek, naar dat men de Voeten zet. Als men zyn Arm, Hoofd, Bovenlyf, naar ééne zyde beweegt en buigt, wykt het Zwaartepunt van 't Lighaam ook min of meer naar die zyde, en doet zyn Loodlyn verder naar dien kant en Voet vallen. In 't voor- of agterwaarts overhellen, helt ook het Zwaartepunt derwaarts over, en valt tusschen de Teenen of Hielen. In 't Gaan en Loopen volgt die Loodlyn de beweeging der Voeten, en loopt gelyk men de Voeten zet, langs een zeer smal Vlak, regts en slinks. Dit blykt zelfs duidelyk uit de Beweeging, die men in 't

gaan

gaan ongevoelig met het Lighaam maakt. Als men, inzonderheid in 't ſterk doorſtappen, zyn Armen, losjes by 't Lyf neerhangende, hun vryen loop laat, volgen zy natuurlyk de Beweeging van den tegenovergeſtelden Voet: de Slinker Arm ſlingert voorwaarts, als men den regter Voet voortzet, en de regter Arm by 't voortzetten van den ſlinker Voet; de Schouder zelfs en bygevolg de geheele zyde draait zig ook min of meer derwaarts, en volgt den Arm; men brengt dus, regts en ſlinks, het Zwaartepunt des Lighaams telkens naar dien Voet, daar men op treedt. Als deeze Regts en Slinkſche beweeging van 't Zwaartepunt, door 't wyd van één zetten der Voeten, gelyk, by voorbeeld, de Endvogels, Ganzen, en veeltyds ook zwaarlyvige Menſchen doen, zigtbaar wordt, noemt men 't *Waggelen.* II. BYVOEGZEL.

Als men op één Been ſtaat of hinkt, brengt men wel, door het Lighaam over dien kant te buigen, het Zwaartepunt vlak boven den Voet, maar ſtaat egter los en wankelbaar; om dat het Steunvlak dan geen grooter lang- Op één Been ſtaan, Hinken.

II. BYVOEGZEL.

te en breedte heeft; dan de langte en breedte van den Voet, daar men op ſtaat. De Loodlyn van 't Zwaartepunt zou 'er ligtelyk voor, agter, of ter zyden, buiten vallen, zo men 't niet door de beweeging van 't losſe Been en Armen van plaats deedt veranderen en boven zyn Steunvlak hieldt. Met het zetten der beide Voeten Vlak voor malkanderen, is 't eveneens gelegen: en daarom is het zoo moeielyk en gevaarlyk, over een ſmalle Plank, Balk, of langs een regte Lyn te gaan.

Vallen, Buigen, Zitten, Opſtaan &c.

Door gewoonte leeren wy van jongs af de Loodlyn van 't Zwaartepunt niet alleen binnen den Omtrek van zyn Steunvlak te houden, maar ook hetzelve door 't maaken van een zoort van Tegenwigt te verplaatzen, naar zyn vlak te rug te brengen, en verſcheiden beweegingen en Streeklynen te doen aanneemen, naar de verſchillende Beweegingen, die wy met het Lighaam maaken willen. Die gewoonte ſchynt men, wanneer de Herſſens door Drank of anderzins beneveld zyn, te vergeeten, en, ook daardoor, in

in dien ftaat te ligter te vallen. Als iemand vreeft, dat is, voelt dat hy vallen zal, ftrekt hy aanftonds zyn Arm, en zo hy fterk overhelt, ook zyn Hoofd, Bovenlyf en Been, zoo veel hy kan, naar de andere zyde. Daar door verandert het Zwaartepunt van plaats en komt deeze zyde nader, waar door deszelfs Loodlyn dikwils weder binnen zyn Steunvlak raakt. Hier om, en teffens om het Zwaartepunt, als in weerwil der Voeten, voorwaarts te brengen, ziet men onervaren Schaatsryders zoo geweldig met de Armen vegten en flingeren. Dus zwaait men ook in 't fterk gaan met de Armen, of fteekt ze in 't loopen voorwaarts uit, om de beweeging van 't Zwaartepunt volgens de Streeklyn, die men 'er aan geeft, te verhaaften, en de Kragt, die men ten dien einde met de Voeten doet, te hulp te komen. Maar die beweeging van 't Zwaartepunt wordt daar door dikwils zoo fnel, dat de Voeten deszelfs Loodlyn niet volgen en tydig genoeg bereiken kunnen, zoo dat het Lighaam voor over tuimelt. Als men zig II. BYVOEGZEL.

min

II. BYVOEGZEL.

min of meer diep buigt, of voor over bukt om iets van den Grond op te raapen, brengt men 't Zwaartepunt agterwaarts; gelyk ook als men gaat zitten: in 't opſtaan brengt men 't, door 't voor over buigen van 't *Bovenlyf*, eerſt voorwaarts. In 't knielen, opſtaan van den Grond, reiken, ſchoppen, ſlaan, werpen, van zig ſtooten, en alle andere Lighaamsbeweegingen, verplaatst men door de verſchillende ſtanden, die men aan 't Lighaam geeft, het Zwaartepunt, voor, agterwaarts, ter zyden uit, min of meer, dat deszelfs Loodlyn binnen den Omtrek van 't Steunvlak blyft vallen; 't welk de Voeten maaken. Hoe de zoogenaamde *Samſons* of ſterke Mannen, en de Koordedanſers, op zoo ſmal een Steunvlak als een Koord of Yzerdraad, met hun Zwaartepunt blyven, kan de Leezer breeder verklaard vinden, (behalven 't geen de Heer NOLLET *daar van gezegd heeft bladz.* 200.) inzonderheid by den Heer DESAGULIERS I Deel der Natuurkunde bladz. 83 en 279. en volgende. Dergelyk een behendigheid om de

Lood-

Loodlyn van hun Zwaartepunt binnen den Omtrek van een zeer klein Steunvlak te houden, blykt ook, op een verbaazende wys, in de zoogenaamde *Balanceerders*, die by een genoegzaam los, of alleen ſtaanden Ladder, by op één geſtapelde Stoelen, opklimmen, op den Stoelknop, of Vlakken van nog kleinder uitgeſtrektheid, met het hoofd ſtaan, en andere bekende Konſtjes van die zoort meer verrigten. II. BYVOEGZEL.

Een goed en fierlyk Schaatsryder ſchynt, op 't oog, de Loodlyn van zyn Zwaartepunt buiten het yzer van zyn Schaats te werpen; maar door 't uitſtrekken van zyn ander Been doet hy 't zelve van plaats veranderen, en zoo ver naar dien kant overwyken, dat het op het ſmalle Steunvlak valt, daar hy op voortglydt. Schaatsryden.

Die een Pak op zyn Hoofd draagt, gaat met een ſtyven en opgeregten Hals en Lighaamsgeſtalte, op dat het Zwaartepunt van zyn Laſt vlak boven dat van zyn Lighaam, en te gelyk met hetzelve binnen 't Steunvlak van zyn Voeten blyve. Lighaamsgeſtaltens in 't Draagen.

Die eenigen zwaaren Laſt voor zyn Lighaam

II. BYVOEGZEL.

haam draagt, gelyk ook zeer Zwaarlyvige Menſchen, of zwangere Vrouwen, buigen het Hoofd en Bovenlyf agterwaarts over, waar door 't gemeen Zwaartepunt van den Laſt en van 't Lighaam valt op de gewoone plaats. Om dezelfde reden bukt iemand, die een Pak draagt op zyn rug, met het Bovenlyf voorwaarts over.

Een Vrouw, die een Kind op den ſlinker Arm draagt, kromt haar Bovenlyf en helt 'er mede over de regte zy. Het gemeen Zwaartepunt van beiden blyft daar doorop zyn gewoone plaats. Die een Emmer met Water of eenigen anderen zwaaren Laſt aan den eenen Loodregt neêr hangenden Arm draagt, ſteekt den anderen Arm; en doorgaans, gelyk hy dan ook het ſterkſte Tegenwigt maakt, Waterpas uit.

Lighaamsbeweegingen van Viervoetige Dieren.

Dewyl het Steunvlak in de Viervoetige Dieren merkelyk grooter is, dan in de Menſchen, begrypt men ligtelyk, dat ze, ook om die reden, vaſter ſtaan. De Leezer kan den voortgang en beweeging van 't Zwaartepunt in een Stappend Paard omſtandiger nazien by den Heer BORELLI, en in 't

geen

geen de Heer DESAGULIERS uit denzelven aanhaalt, I Deel der Natuurkunde bladz. 83. Daar uit en uit het geen we te vooren van het Zwaartepunt gezegd hebben, zal men zig gemakkelyk van alle ander Lighaams-beweegingen der Paarden en andere Viervoetige Dieren een begrip kunnen maaken; als Draaven, Galoppeeren, Steigeren, agter over vallen, met beide Pooten agter uit ſlaan; nederleggen en opſtaan. Ik zal 'er hier ſlegts nog een aanmerkelyk Verſchynzel van zommige Dieren byvoegen. II. BYVOEGZEL.

De Katten en eenige weinige andere Dieren, wanneer ze, op welke wys 't ook zy, met den Kop, Staart, Rug, of zydlings uit een hoogte vallen, wentelen zig onder 't vallen om, en komen doorgaans op hun Pooten neder. Dewyl ze in de Lugt geen vaſt Punt ontmoeten, daar ze min of meer op zouden kunnen ſteunen, om eenige beweeging te maaken met hun Lighaam, kunnen ze zig zelven zekerlyk niet omdraaien. De verplaatzing van 't Zwaartepunt is 'er de oorzaak van. Als men hen, by voorbeeld, met de Pooten om hoog vallen laat, doet de Het neêrvallen, van Katten op hun Pooten.

vrees,

II. BYVOEGZEL.

vrees, zoo dra zy zig los voelen, den rug krommen, en Kop en Pooten naar de plaats, daar ze uit vallen, uitsteeken, als om 'erzig weer aan vast te grypen. Het Zwaartepunt van 't Dier verandert door die gestalte van plaats, en ryst door het om hoog drukken der Ingewanden, en het opsteeken van Kop en Pooten, uit het midden van 't Lighaam merkelyk hooger. Het bevindt zig derhalven nu in denzelfden staat, als een Houten Kloot, op 't Water dryvende, aan wiens bovenste gedeelte men een Plaatje Lood vast maakt; om het Zwaartepunt boven het Middelpunt te brengen. Het gaat 'er derhalven ook eveneens meê, en in beiden daalt het Zwaartepunt zoo laag als het komen kan. De Kloot draait om in 't Water, tot dat het Lood geheel onder aan raakt; en de Kat doet in de Lugt een halve keer, terwyl zyn Zwaartepunt zoo laag, als mogelyk, daalt. Dus komt hy bygevolg neêr op zyn Pooten, en een verwarde en blinde aandoening van schrik, die hem zoo heilzaam een raad in geeft, als de doorsleepenste Beweegkonstenaar immer doen kon, behoudt hem 't Leeven.

Einde van 't Derde Deels Eerste Stukje.